《钱学森第六次产业革命思想探微丛书》编委会

《学习钱学森第六次产业革命思想论文集》编委会

主　　　编：郝诚之

副　主　编：张卫东　杨漫宇　王守仁

编　　　委：秦润梅　奇小平　刘艾君　刘润贵　袁红雁

编者的话

EDITOR'S WORDS

这本《学习钱学森第六次产业革命思想论文集》是为纪念钱学森先生诞辰一百周年而编辑出版的。从筛选对象、征集文稿，到编选送审，历时三年。

钱学森先生曾鼓励中国科技大学的师生："要做前无古人的事。"钱老一生的两大原创性理论，一是系统控制理论；二是沙草产业理论。钱学森之子钱永刚教授指出，钱老创建沙草产业理论是为了解决中国的"三个怎么办"：即常规能源用完怎么办；"18亿亩耕地红线突破"怎么办；"人口发展到30亿，要丰衣足食怎么办"。钱老开出的"世纪之方"是：用高科技、可持续、系统设计、以民为本，来最大限度地留住、转化、科学利用太阳能，让太阳为人类造福，"让沙漠为人类服务"。沙草产业的大众化表述是："利用阳光，通过生物，依靠科技，延伸链条，面向市场，创造财富，造福百姓的沙业系统工程和草业系统工程"，简称为知识密集型沙产业、草产业。

钱老认为，人类未来的生存发展空间应该首选地球表面的沙漠和草原。只要换一种思维看沙漠和荒漠草原，它就是"宝"，而不是"害"。21世纪乃是人类科学利用沙漠的世纪，中国人应该在迎接第六次产业革命的挑战中做出应有的贡献；在实现"沙漠增绿、资源增值、农牧民增收、企业增效的良性循环"中，承担起大国的责任。钱老说："中国的沙荒、沙漠、戈壁是可以改造为绿洲的，草原也可以改造为农畜联营等等；这样，就是中国人口发展到30亿，也可以丰衣足食！"

这本论文集首先是一本不可多得的"活教材"。因为不少作者是亲历、亲闻、亲见的历史见证者。有的曾在钱老身边工作，有的曾向钱老当面汇报，有的和钱老合作过专著，有的与钱老探讨过学术，有的被钱老戏称为"草友"，有的接受过钱老的书面夸奖。尽管他们职务不同、年龄不同、专业不同、经历不同、民族不同，但他们的文章像一面面镜子，照出了钱老的伟大人格和科学魅力。在他们的眼里，钱老是一面迎风飘扬的旗帜、一位举世闻名的泰斗，是高瞻远瞩的战略家、与时俱进的思想家，更是大爱无疆、把真情洒向中华大地的名副其实的各族人民的贴心人。

全国第十届政协常委、民族和宗教委员会副主任、内蒙古沙产业草产业协会会长夏日在文章中称，2005年12月25日，他在中国科协原副主席刘恕、钱学森学

术助手涂元季教授引领下，登门向钱学森先生汇报内蒙古沙产业草产业发展情况。钱老亲切叮咛："你们给全国带了个好头，做出了榜样，要把经验推向全世界。"这是沉甸甸的信任和嘱托，至为感人！本书所以较多地选用了西部民族地区从领导层到实干家的文章，也是为了遵循钱老的指教，传播先进经验。中共中央总书记、国家主席胡锦涛，2008年1月19日曾经对钱学森先生说："前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好，沙生植物的加工搞起来了，生态正在恢复，人民的生活有了明显提高。您的设想正在变成现实。"实践是检验真理的唯一标准，钱老的殷切期望有了成功实践的回声。

大师的崇高常常隐藏在鲜为人知的细节之中。在我们收到众多文章的同时，也看到了一些珍贵的亲笔信和第一次公开的照片。譬如钱老与山西省农村发展研究中心主任张沁文合著《农业系统工程》一书时，坚持要把张沁文排名自己之前。钱老在1980年5月8日给张沁文的亲笔信中说："你的名字还是放在前面，也称是以姓氏笔划为序。当然还有以下理由：1. 发明创造权主要在你，这在前信已谈过。2. 我对我国现在流行于科学技术界的'老头子制'颇为反感！用这个机会表示一下，也是抗议这一不合理的东西。3. 以你我年龄说，你应居第一线；而我还有别的事，不能当农业系统工程的主力了。我希望你迅速前进！"钱老不但于1980年3月在太原约张沁文会面，面授《农业系统工程》一书的写作提纲，而且代表二人在电视广播节目专栏做《农业系统工程》的科普讲座时，把长达14页的讲稿打印校对好，寄张沁文"审阅"。栽培后起之秀的良苦用心，可见一斑。

本书共分三个板块，除"理论探讨"、"践行体会"外，又特辟"深切缅怀"。其中全国政协常委、新华通讯社原社长田聪明的文章《深切缅怀我国"沙草产业之父"——写在钱学森诞辰一百周年之际》的回忆文章，是专为本书撰写的，披露了新华社组织记者深入调查我国沙草产业的三十多篇稿件在内参登载后，对中央决策的影响。该文在新华网上登陆后深受欢迎。从北京的《人民政协报》到西安的《西部大开发》，都在显要位置进行了转载。后者还以钱学森做封面人物出版了一期杂志，规格很高，大得人心。中国国土经济学会沙产业专业委员会主任、中国科学技术协会原副主席、书记处书记刘恕先生写的纪念文章更是感人。这位女科学家20世纪50年代留苏回国，在中科院副院长竺可桢院士关怀下，参与了兰州沙漠研究所的创建和早期的开拓性研究，到20世纪90年代成长为钱老赞扬的"资深沙产业专家"。由于长期工作在钱老身边，受钱老耳提面命，深得钱老真传，被委以重任。甘肃、内蒙古沙草产业发展在全国名列前茅，与她按钱老指示进行指导、帮助、培训有直接的关系。中国科学院自然资源综合考察委员会原副主任田裕钊先生，见诸本书的《新绿洲——沙产业的建设基地》等两篇宏论，都是当年受到钱老高度肯定的。

毛泽东主席强调："学习的目的全在于应用。"我们认为，专家的建议能否变成

红头文件、转化为现实生产力，是创新理论与科学决策及成功实践能否结合的重要标志。27年来，媒体宣传沙产业，国务院鼓励沙产业，企业投资沙产业，全国聚焦沙产业，联合国开始推广中国沙产业，充分验证了钱老沙产业理论的正确，也逐步实现了钱老的遗愿。知识密集型沙草产业，从提出设想到指明道路，从完善理论到步入实践，从群众拥护到政府倡导，乃至从中国逐步走向世界的传播，说明钱老的一生不但对"志在强国"功勋卓著，而且为"心在富民"孜孜以求。不但为我国"两弹一星"、载人航天事业做出了特殊贡献；而且用首创的沙草产业理论，为西部大开发指明了兴边富民、长治久安的科学发展之路。进而用他那"永不枯竭的灵感"，引导人类用科学技术改变命运，"变不毛之地"为绿洲，过"快乐而有尊严的生活"。

我们高兴地看到，钱学森先生的事业虽前无古人，但后继有人。我们在中国农业大学、中国科技大学、上海交通大学、西安交通大学、甘肃农业大学、内蒙古大学、武汉生物工程学院，都看到了年轻一代对钱老沙草产业的热情。中国农业大学的莘莘学子，已经自发组成了我国首个"第六次产业革命理论实践学习小组"。那些生龙活虎的"80后"、"90后"，在中国农业大学农学与生物技术学院胡跃高教授带领下，渐入佳境。大学生与我们座谈时的开朗、执著与智慧，给我们留下深刻的印象。他们认真研究了钱老从1983年到1999年16年间的186封关于第六次产业革命的通信，并写出了令人信服的体会。我们在此选录了他们的一篇代表性成果，请看看他们的功力多么了得！有国际知名度的资深工程院院士任继周先生，看完西安交通大学出版社2009年出版的填补我国空白的《钱学森论沙产业、草产业、林产业》一书后，激动地宣称："这是钱学森的声音，这是战略科学家对我们的呼唤！"

掩卷之际，我们必须说明一点无奈之处。由于话长席短，我们从收到的70万字文章中，只编入40万言。如原国家林业部副部长董智勇和《人民日报》资深科学记者谢联辉先生的三篇一组文章，我们只选了第一篇。国家开发银行专家委员会资深专家、范长江先生之子范小克科研组关于解答"钱学森之问"与"第六次产业革命理论和循环经济"的7篇系列文章，我们因怕影响原作体系的完整性，只好忍痛割爱。北京华夏九州农业科技研究院院长、"大农业循环经济理论"主要完成者、首席专家孙以川和副院长陈沈斌等专家的6篇成体系文章亦然。我国第一位沙产业博士陶明和导师黄高宝先生的《沙产业理论体系构建与实践模式研究》、《沙产业理论的学科基础和前景》等5篇论文也因本书篇幅所限而未收入。凡此种种，均恳请原作者谅解。我们能想到的弥补办法是千方百计再出一本专集，以飨读者。

总而言之，这本论文集虽然对"时空大跨度，典型长跟踪，框架总构建，精髓新提炼"做了探索；也突出了谋篇布局的互通互融，板块内部的逻辑呼应，标题设计

的虚实结合，风格特色的百花齐放；并着意聚焦于“系统性分析，鸟瞰式回顾，讨论式治学，战略层突破”，但毕竟“浅水托大舟”，心有余而力不足。惟愿这本书能作为学习、实践、弘扬、发展钱老第六次产业革命创新理论的“铺路石”，为“以人知文，以文留史，以史立碑”的中国特色软科学大厦的基础建设，起些特殊的案例学作用。

本书的编纂是在夏日先生，内蒙古沙产业、草产业协会顾问钱永刚教授的指导下，特邀与钱老有5次通信联系的协会副会长兼秘书长、国务院发展研究中心原上海发展研究所研究员郝诚之主持下编写的。该协会副秘书长张卫东重点抓了前期论证、重点约稿、协调配合，内蒙古政协农牧业委员会专职副主任杨漫宇承担了书稿的编辑、作者简介的初修，《内蒙古沙漠志》的资深专家王守仁先生完成了统稿，协会秦润梅、奇小平同志参与了作者联系、文档汇总和简介规范及后期编务工作。他们废寝忘食、高度负责的精神令人难忘。西安交通大学出版社的社长和编辑把此书当作对钱学森诞辰百年的重大献礼，付出了极大的心血，保证了此书的按时出版，在此一并致以诚挚的谢忱。

2011年10月23日

目录 CONTENTS

理论探讨

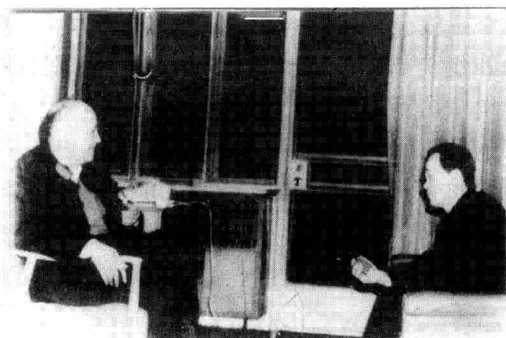
深切缅怀

践行体会

理 论 探 讨

系统工程在社会主义大农业中的应用

张沁文　钱学森



编者按：此文由张沁文委托，上海交大钱学森图书馆张现民提供。第六次产业革命与农业系统工程的关系，唯有此篇是钱学森与张沁文合作，由钱学森定稿，并在中央人民广播电台科技栏目由钱老亲自讲解。

因钱老说过："今天这一讲的题目是农业系统工程，也就是系统工程在社会主义大农业中的应用。"所以，征得张沁文先生同意，标题改为后者。

至于署名为何张沁文放在钱老之前，是钱老坚持的。钱老在1980年5月8日给张沁文的亲笔信中说："你的名字还是放在前面，也算是以姓氏笔划为序。当然还有以下理由：1. 发明创造权主要在你，这在前文已谈过。2. 我对我国现在流行于科学技术界的'老头子制'颇为反感！用这个机会表示一下，也是抗议这一不合理的东西。3. 以你我年龄论，你应居第一线，而我还有别的事，不能当农业系统工程的主力了。我希望你迅速前进！"

今天这一讲的题目是农业系统工程，也就是系统工程在社会主义大农业的应用。由张沁文同志和我写稿，由我来讲。

在讲具体内容之前，我们首先要把农业系统工程的词义搞清。有那么一种学科归类方法，把农业系统工程归在"农业工程学"范围内，是否合适呢？我们认为是不对的。在前面几讲，我们已经说明系统工程有它特有的学科理论基础，总称为系统科学，而系统科学是一个独立的体系，在系统工程改造客观世界的实践中，将提炼出专门研究系统的基础科学以及从这一类基础科学出发，结合其他基础科学，形成一系列研究系统共性问题的技术科学，而直接搞改造客观世界的学问就是各门系统工程。所以，各门系统工程在其学科归属上，只能理解为系统科学体系中的一个专业，一个分支，不能和其他工程学科混为一谈。"农业工程学"是搞技术手段的，可以说是"硬科学"。而农业系统工程是研究组织管理的，是既搞技术手段，又搞组织管理，既有"硬科学"，又有"软科学"的工程技术，性质和农业工程学有所不同。

(一)

我们首先讲讲什么叫农业系统。

农业是一个巨大而复杂的系统，这大家不会有什么异议。习惯上我们就有这么个叫法：农业系统或农林系统。但是为什么在农业生产中要应用系统工程呢？

首先，我们来讲什么是农业？农业就是利用太阳光的能量，经过生物转化，生产人们需要的东西，即人们所需要的食物、工业原料和生物能源（如有机质发酵搞沼气、薪炭林）；又通过生物本身的存在（如森林、草地），改造自然，创造一个人类和生物本身所需要的理想的环境。这就是农业的定义。

农业的范围很广阔，它究竟包括哪些内容呢？我们认为，除了传统的农林牧副渔而外，现代农业还要加上虫业和微生物。这就是说，广义的农业应包括以下内容：

农业：指种植业，即狭义的农业，分为粮食作物和经济作物两大类，包括粮、棉、油、麻、糖、菜、烟、药、杂等；

林业：分为用材林、经济林、薪炭林、防护林、水土保持林等；

牧业：包括牛、羊、猪、兔、马、驴、骡等；

禽业：包括鸡、鸭、鹅、火鸡等；

渔业：习惯称为渔业，其实应包括许多水产养殖，如虾、蛙、珍珠、牡蛎、海带、紫菜、莲藕、菱角、芦苇以及水生饲料等；

虫业：包括养蜂、养蚕、养蚯蚓（松土、肥田及喂猪、喂鸡、喂鱼）、养蝇蛆（喂鱼）、养赤眼蜂（以虫治虫）；

微生物业：利用微生物发酵搞沼气、生产饲料、生产蛋白质以至直接生产食物，搞生物农药、菌肥以及利用微生物改良土壤等；

副业：主要是指用上述各业产品为原料的加工生产项目，如编织、淀粉、豆制品、手工艺品等。

随着现代科学技术广泛地应用在农业生产的实践，我国农村生产活动的范围将越来越广阔，除了上面讲的各个行业之外，还有工业，即小型工业。农村大农业生产的综合化程度也将越来越高，这是达到充分利用光、热、水、气、土、生物、微生物资源，生产人类所需要的日益增多的物质财富的必然趋势。我国现在已有不少这方面成功的经验；而从世界其他国家农业走过的曲折道路来看，我国农业现代化必须走全面发展、综合利用这条路。从全局看是如此，从一个大队、一个生产队看也是如此。一个大队、一个生产队的生产范围当然没有这样的广阔，但是在那个具体条件下，也完全可能在生产的深度和广度上大做文章，实行综合利用，全面发展。只有综合利用，全面发展，才能充分利用太阳光能、经济合理地利用有机物质。例如我国传统的间作套种，玉米、高粱和矮杆的豆类作物间作、棉麦套种，都可以提高对光能的利用率。又如利用秸杆喂牛、喂牲畜，牛粪种蘑菇，各种畜粪搞沼气，有机肥归田，最经济合理地利用了有机物质。综合利用，全面发展，能充分发挥人力优势。我国农村劳动力多，是向生产的深度和广度进军的一大有利条件。随着现代科学技术在农业生产中广泛应用和劳动生产效率的提高，多余出劳动力和不断开辟新的生产门路，相辅相成相适应，是一种良性循环。特别是大力发展社队企业，走农工商一体化的道路，农村社队建成综合企业，把生产、加工、贮存、运输、销售组

成一条龙，是充分安排劳动力，发展农村经济的一条康庄大道。这样做，我们就不会像世界上一些经济发达国家那样把农村人口大量吸引到城市中去，从而破坏农村；我们要相反，在农村就地建设现代化的生产和居住中心，使所有山乡、农村和渔村都变成工业化、园林化、高度有文化的新型小城镇。江苏省江阴县华士公社华西大队可以说是这种理想新农村的雏形。

另一方面，我们还要利用生物来改造自然，创造一个人类和生物本身所需要的环境。人、生物、环境三者关系，人是主宰一切的。人类本身需要有一个优美的生存环境。同时，从发展生产的需要来说，为了提高生物产品，人也要能动地去改造生物，改造环境。要在大力发展生产的同时，不断改善环境，不能盲目毁林开荒、垦草种粮、掠夺土壤、破坏水源、毒化空气、污染环境。那样干，等于是竭泽而渔、杀鸡取卵。环境质量越来越差，生产水平越来越低，破坏生态平衡，导致恶性循环，造孽子孙，贻害后代，我们将成为历史的罪人，是决计要不得的。我们对自然资源、自然环境要大力开发、利用，积极治理、改造。要发展林业，保护草原，培肥土壤，涵养水源，净化空气，改善环境。要使地越种越肥，产量越来越高，环境质量越来越好，形成良性循环，创造一个合理的、高效能的、人类所需要的理想生态系统。

很明显，我们搞农业，就是实现两个长远目标：创造更多的人类所需要的东西，经营管理好一个庞大而复杂的生产系统；不断改善环境，创造一个人所需要的生态系统。这两个目标是一致的，高产须有良好的自然环境，良好的生态系统必能高产。归根结底，还是一个目标，就是我们要改变自然界的系统，创造出一个人所需要的生态系统。这正是系统工程所能解决的问题。

（二）

现在我们来讲讲农业系统工程要达到的目的是什么。

在现代农业的组织管理中应用系统工程，能在创造人所需要的高效能的生态系统中找到最佳的发展过程，达到最优的综合效果。这就要全面地处理好农业这个系统中各个组成部分之间以及系统整体和组成部分之间的协调配合关系，改变部门之间各行其是、互不协调甚至互相扯皮的现象。互相扯皮，在农业系统工作中是普遍的、经常的。这不单单是工作方法和工作作风的问题，是有它的久远历史原因的。我国有两千年的封建社会嘛！

农业系统工程就要从科学技术上克服从某一部门着眼、从单一目标出发、从单一因子考虑问题的弊端，这就要求我们正确处理系统的复杂的空间结构和复杂的时间结构。农业生产系统，从空间上来说，是由各业组成的一个有机整体。在布局和结合上，经纬交叉，错综复杂；从时间上来说，是由若干阶段组成的一个时期，在进程和顺序上，渗透往返，盘旋曲折。所以，我们既要协调系统整体和农林牧等各业的关系和各业之间的关系，又要注意全过程中阶段的划分和阶段之间的衔接。关于阶段划分和衔接问题，我们在后面再讲。这里先讲系统整体和各业的关系以及各业之间的关系协调，也就是综合平衡。

首先，农业大系统要讲综合平衡。就是要对农、林、牧、禽、渔、虫、微、副、工等各业在整体中的作用和相互关系，通过分析，作出定量反映。如各业在总土地中占用土地的比例，即占地构成；各业在经济总收入中占有的比例，即经济构成；各业在使用的人力物力资金等总投入中占有的比例，即投入构成。它们个别的构成和综合指数，都应该通过计算分析用数量表示出来，使我们能在计划协调中凭借数字依据作出综合平衡的安排。要求在投入方面有恰当的分配，经济收入有合理的构成，占用土地有合适的比例，使各业全面发展，互相促进。同时，要特

别注意到，和工业、国防等部门不同，农业生产系统的各个部分之间，还有其生态学上的有机联系。农林牧等各业和环境之间以及各业之间都有着互相促进、互相制约的关系。所以要求我们从动态平衡的观点出发，分析搞清各业之间的关系，在这种复杂的有机联系中找到具有决定意义的关键，趋利避害，采取措施。在发展中协调它们之间的关系，达到一个高水平的生态平衡。这种用全局一盘棋的观点，分析系统，依据判断力，协调平衡的传统方法，虽无数理统计依据，但在系统工程中仍是必不可少的。

其次，在各分系统和生产技术中，也要讲综合平衡。例如，生物生产条件平衡，是农业生产中一个带根本性的观点。农业生产主要就是利用太阳光的能量，通过生物转化为人所要的东西。影响生物产量的因素是光、热、水、气、土。生物生产干物质的多少，一方面决定于太阳光能的多少，即日照时数和光照强度等，决定于农作物本身的同化能力。另一方面决定于生物转化所需要的原料，主要是土壤中的营养元素、水分和空气中的二氧化碳。目前的农业生产，光能利用率很低。主要原因是生物生产原料短线：在低产条件下，土壤中肥水不足，限制了叶面积的发展。农作物生产的干物质，百分之九十至九十五是由光合作用通过碳素同化过程所构成。百分之五至十通过吸收土壤养分构成。在叶面积不足的条件下，绝不会高产。只有改善了土壤肥水供应，使叶面积充分发展到适当的程度，并维持正常的功能，光合作用所形成的同化产物才能增加。在谋求高产目标时，除了土壤中肥水不足外，空气中的二氧化碳不足也是一个重要限制因素。据计算，作物生长盛期，每日每平方厘米叶面积生产二十毫克干物质，约需二氧化碳二十九毫克。农田土壤每日只能供给一至十毫克，其余部分从大气中获得。标准情况下，每升大气每日可供二氧化碳六毫克，如供给作物每平方厘米叶面积每日需要的二氧化碳，则要消耗五十米空气柱中所有的二氧化碳。而且上空部分的二氧化碳对流至地面被叶面吸收，需要有一个湍流扩散运动过程，而作物层内这种扩散传递运动很差，二氧化碳扩散效率很低。因此，除了工厂化农业的无土栽培外，提高农作物产量的主要手段是培育肥沃的土壤。有机质含量丰富，微生物活动旺盛的土壤，能稳定地满足供应农作物所需要的营养元素和水分，并在微生物分解有机质的过程中，源源(不断)释放二氧化碳，这也就是补长了生物生产原料的短线。当然，另一方面，也要培育具有强大同化功能的优良品种，那是长远目标。我们有些地区忽视了土地贫瘠的实际情况，在耕作制上过分注重提高复种指数，所谓“三种三收”等，一味在提高光能利用率上打算盘，不注意养地，是抓了长线，松了短线。这和国民经济综合平衡中盲目搞所谓长线平衡，犯的同一类病，效果是不好的。

另一方面农业系统工程还要正确处理多目标结构。农业系统建设总的目标是两个，创造更多的物产和改善生态环境。各个组成部分，还有具体的目标，如农业中的高产、优质、养地、防止水土流失等；林业中的森林覆盖率、出材率、林相景观、防护效益、经济收益等，这些总目标和具体目标，类型和性质不同，有的还是互相矛盾的，形成一个复杂的结构。处理这个多目标结构，要从全局和长远利益出发，兼顾局部和眼前利益，并考虑实施中的技术经济指标如投资、质量、速度等，建立一个多级结构的指标体系，作出计量反映，进行综合评价和协调。从单一目标出发决断，于长远、于全局利益是有害的。西北黄土高原，过去单打一抓粮食，造成了生态性灾难，结果粮食也没有搞上去。现在有一种主张，走另一个极端，片面强调解决生态问题，而轻视当前生产和群众生活，也是不可取的。

最后，农业系统工程还要正确处理多因子相关。在农业生产中，田间管理是贯穿在作物生育过程中充分发挥人的能动作用的一系列技术措施。科学的田间管理，要根据土壤、农作物生

长发育、气候变化等情况决定措施,例如施肥的种类、方法和数量,灌溉的时间、方式和水量等等,都是受许多因子影响的。找到这许多因子和作业之间的关系,是合理施肥和合理灌溉的必要依据,这就要用电子计算机来处理许多单因子相关和复合因子的数据。如在国外,分析一万一千五百个单因子相关和综合因子数据,得出蒸腾量与平均气温、平均空气湿度相关的结论,为灌溉用水量提供了依据。对肥料成分、施肥量、施肥日期及灌溉方法与肥效的相关性进行数据处理,选择最好的施肥方案。

(三)

在农业生产中应用系统工程,首先要掌握农业本身的规律,这就是"农事学"。农事学是研究农业生产中矛盾运动规律、研究农业生产指导策略的一门新生学科。现在就讲讲农事学。为了说明问题,运用类比的方法是有意义的。去年十月举行的第一次系统工程学术会议上,许国志同志指出:不同事物、不同过程的规律,通过精确的数学处理,从理论上发现其相似性。这个相似性难道不会引出更深刻的、潜在有具有普遍意义的新概念吗?而农事学和军事科学,正是研究农业和军事两个领域具体规律的学科。我们习惯所讲的军事科学,包括着两个研究范畴:一个是研究武器装备、军事技术手段,即研究"物"的;另一个是研究兵力的部署调动,打仗的运筹指挥,研究战争指导规律,即研究"事"的。农事学与军事科学在这一点上具有相同的特征,也包括两个研究范畴:一个是研究作物、土壤、肥料、农机、农药和农业技术手段,即研究"物"的;一个是研究农业生产指导规律,即研究"事"的。研究"物"的,就是"硬科学";研究"事"的,就可以称为"软科学"。

事物总是联系在一起,研究"事"和"物"的科学也是相联的。实现农业现代化,要加速发展农业科学技术。同时,研究农业生产指导规律也很重要,这是不可分割的。那么农事学的具体内容是哪几个方面呢?现在我们来分析一下。

农事学的第一个方面是分析矛盾,根据矛盾的轻重缓急决定技术手段、措施的投入量。我国的农业现代化,是在继承几千年农业遗产和二十多年社会主义集体所有制农业生产的基础上起步的。和新建一项大型工程或新实施一项大型科研任务不一样,一个地区的农业发展,要以当地农业现状为出发点,一步一个脚印前进;要根据原有的技术状况,逐步采用新技术取代老习惯,逐步改良农作物品种,改变农业生产条件,改革耕作栽培技术。这是一个技术改革和设备更新的过程,而不是在荡无人烟的沃野上新建一座现代化农场,不是平地起高楼。所以,要根据目前农业生产的情况,分析矛盾,找出妨碍农业生产发展的障碍因子,针对性地采用现代科学技术来排除障碍因子。在一个时期内,可能有许多障碍因子,所以要采取许多技术手段。这些技术手段,是互相影响、互相起作用而不可分割的。但它们对排除障碍、发展生产的作用有大有小,重要性不同。那么,能不能作出定量分析呢?开始时我们只能根据直观判断来区别他们的重要性,很难直接作出定量分析。但是,却能通过投入统筹从反证中得到定量的反映。假如,在一个时期中,用于农业生产各项技术措施上的组合,我们叫它为"配伍模型"。这好比中医辨证论治中的一付中药方剂。一个病人请中医看病,经过诊断,医师给开个方,有几味药,这好比我们在一个时期中的几项技术手段。中药的方剂,每一味药有一定的用量,所谓

君臣佐使，就是主药、辅药和佐使药。例如，有一个常用方剂“小承气汤”，由大黄四两[①]、枳实三枚、厚朴三两组成，主要作用是泻火通便，治疗胃肠实热、大便燥结。同样这三味药，把用量变为厚朴八两、枳实五枚、大黄四两，就成了“厚朴三物汤”，主要作用是行气除满，治疗气滞腹满。疗效就不一样了。我们搞农业基本建设，搞农业生产，在一个时期中采取的一些技术手段和措施，如建设基本农田、造林、种草、水土保持、改良土壤、修水库、搞喷灌、养猪、养家畜积肥，等等，也要有定量。假如没有定量，分不清这些措施哪个是主要的，哪些是次要的、一般的，等于是一付没有剂量的药方，就治不了病。假如定量不对头，也不能对症治病。所以，指导农业生产，要分析农业生产中的矛盾，如农作物生长发育和土壤贫瘠的矛盾，和土地盐碱化、雨量稀少、气温低、无霜期短、日照不充分、杂草竞争、病虫危害、风沙雹洪等自然灾害的矛盾，还有人们的需要和农作物本身生物学、经济学特性的矛盾，等等。在这些矛盾中，找出主要矛盾，区别次要矛盾和一般矛盾，从而决定我们解决这些矛盾所要采取的各项技术手段和措施的投入量，开出一付能对症治病的方剂。最关键的问题，是要集中力量狠抓解决主要矛盾的那一项技术措施。也就是千方百计缩短统筹法中称之为关键工序的时间，就能加速主要矛盾的转化，促使提前结束一个阶段，提早进入一个与之衔接的后继阶段，从而大大缩短整个发展进程。

农事学的第二个方面是分析过程，寻求改造自然发展农业生产的最佳途径。我们在前面谈到农业生产系统从时间上来说是由若干阶段组成的一个时期。农业生产要不断发展，它的过程是永无止境的。诚然，我们无法预见太远的将来，但也能够实事求是地分析预测今后一个时期的发展过程。情况可能是这样的：随着时间的推移，我们所要解决的妨碍农业生产发展的主要矛盾开始是甲；而后，乙成了主要矛盾；再后丙又上升为主要矛盾。这是一个主要矛盾演变发展的过程。另外，可能有某一项技术措施要在先完成另一项技术措施之后，才能施行，在计划协调技术中叫流程特性。这是一个简单的顺序变化过程。这两种过程交织在一起，使农业生产的发展过程十分曲折复杂。但是，无论这个过程多么复杂，它有一根主要矛盾线，我们要围绕这根主要矛盾线来考察问题。当我们正确分析每个阶段的矛盾，抓住主要矛盾，集中力量去解决这个主要矛盾时，情形就会发生变化：这个主要矛盾解决了（更确切地说，这个主要矛盾被转化为次要矛盾），农业生产便发展到一个新的水平，进入一个新的阶段。在这个新阶段中，又有妨碍农业生产向高水平发展的主要矛盾，我们又必须集中力量解决这个主要矛盾。于是，情形又发生了变化：这个主要矛盾又被解决了，农业生产又发展到一个新的水平，进入一个新的阶段。在这个新阶段中，又有妨碍农业生产向更高水平发展的主要矛盾，我们又必须去抓这个主要矛盾……发展农业生产的过程，就是我们用现代科学技术解决妨碍农业生产发展的矛盾的过程。在这个过程中，情形都不同，形成了各个不同的发展阶段。这种发展阶段，是由主要矛盾的转化而随之推移的。一个阶段有一个阶段的主要矛盾，所以，每个阶段解决主要矛盾的技术手段不同，同时其他各项措施的地位可能也有变化，所以，每个阶段的“配伍模型”都不同。也就是说，一个阶段有一个阶段的“药方”。

显然，如果我们掌握了这种阶段演变的顺序特性，就可以按照过程演变的客观规律，一个阶段一个阶段地按步就班，顺序推进，可望取得顺水行舟、势如破竹的良好效果。总之，我们指导农业生产，认真寻求农业发展本身固有的顺序特性，依次一个阶段一个阶段地推进，避免曲折迂回，走一条改造自然、发展生产的最佳捷径，是能够做到的。这就要求我们深刻掌握与农

---

① 编辑注：方剂中剂量单位“两”乃是古制，一两约为3克。

业生产密切有关的生物学、生态学的规律，掌握各个地区的自然、经济特点和当前生产情况，依据这些规律和情况进行系统的分析和综合计划。

（四）

在今天这一讲，我们最后说说我们设想中的农业体制结构。

农业系统工程是强调实践的，是研究农业系统合理组建、最佳运行的一门实践工程。它是工程技术，只能在适当的社会制度和国家体制下发挥作用，建立这种制度和体制是生产关系和上层建筑的问题，是系统工程的前提。没有这个前提，系统工程再好也无能为力。我国是一个伟大的社会主义国家，国民经济建设有计划按比例发展，国家各级部门的组织是严密一体的，系统工程大有用武之天地。当前，加速发展农业，要认真落实党的十一届三中全会以来党中央有关发展农业采取的一系列政策措施和经济措施，充分调动广大农民的社会主义积极性，这是首要的条件，是农业系统工程的前提。

我国幅员辽阔，农业资源丰富，全国可以成为一个完整的自给体系。农业生产系统的分级，从系统工程的观点看，基层是公社。这样就是五级制：公社、县、地区、省、全国。这整个体系就是控制论里面的五级巨系统。在这五级巨系统中，省以下的每一级，都是上一级大系统中的分系统，同时本级都有自己条条和块块的分系统。

每一级的条条分系统，即同级的农业、林业、畜牧、水利、水土保持、水产、农机、气象、社队企业等部门，都是全局中的一个局部，它们之间互相促进、互相制约，有机地联系在一起，是组成这一级系统整体的不可分割的部分。所以，这一级的总体部门对条条分系统要综合统管，协调系统整体和分系统之间以及分系统相互之间的关系。

每一级的块块分系统，则是下一级行政经济单元。同级的块与块之间，没有必然的有机联系，是相互不依存而独立的整体。一个生产大队，要在完成国家计划规定的指标任务同时，充分利用本大队的资源，广开门路，增加生产，提高收入，创造最大最高的绩效。它不干别的大队的事。大队之间，一般是互不相干、互不影响的。在涉及大队之间关系的农业基本建设工程、上下游用水分配等问题上，要依靠公社来协调解决大队之间的矛盾。同时，公社与大队之间的上下级关系中也有矛盾需要协调，公社和公社有矛盾，要靠县来协调，同时县与公社之间也有矛盾需要协调。这是多级系统的特点。如农产品征购任务的承担，国家支持地方发展的投资使用，化肥、机械等物资的分配，大型农业基本建设的施工等，要做到合理负担，共同受益，以求得全局的最好综合效果。全国范围的综合平衡和协调，则要通过国家计划和制定一系列经济政策、技术政策来实现；在这当中要使用运筹学的理论和电子计算机这个工具。整个工作目标就是早日实现我国农业的中国式的社会主义现代化。在实践中我们也将建立起农业系统工程和农事学这两门新学问。

作者简介：

张沁文，男，1934 年 12 月出生，上海市人，中共党员。1953 年毕业于南京林学院。历任山西省右玉县林业局副局长，山西省农研中心副主任、主任，山西省农委（正厅级）副主任，兼任国务院农研中心、农业部战略研究中心、中国社科院农村发展所特约研究员。曾与钱学森合著《农业系统工程》。

钱学森先生草业思想的形成与发展

任继周



在钱老逝世周年之际，我们深切怀念钱老。他对于草业的贡献有深远的战略意义。钱老作为草业的创始人，对草业的认知与时俱进，不断发展的范例也是我们学习的榜样。

一　关于“草业”的创新

1984 年 6 月 28 日，钱学森先生正式提出“草业”一词。对我们草业学界来说是开辟新纪元的大事件。这一天钱学森在《内蒙古日报》上发表了“草原、草业和新技术革命”的讲话稿。

1985 年 6 月 24 日在北京民族文化宫召开的中国草业问题研讨会上，他说：“什么是知识密集型草业产业？我的意思是：以草原为基础，利用日光能量合成牧草，然后用牧草通过兽畜、通过生物，再通过化工、机械手段，创造物质财富的产业。产业就是高度综合的生产系统了，要利用一切可以利用的现代科学技术。也不限于生态系统，不限于生物，还有机械加工，化工生产。”

当时我正在讲授“草地农业生态系统”，草地生态系统是自然生态系统农业化的过程，包含着从自然资源经人为加工，到最终产品的流程，有着非常丰富的内涵与外延，随着社会的进步，它的内容不断扩充，早已超越了一般学科的界限，面临大脚穿小鞋的困境。钱老提出“草业”的概念，就将它上升到行业高度，反映了时代的进步在草业领域的发展道路和存在方式，更加体现了学科现状和前景，是产业和学科质的飞跃。

钱老草业概念的提出绝非偶然，而是将它作为第六次产业革命的组成部分。1984 年 12 月，在中国农业科学院的一次报告中，在说到第六次产业革命时，他说要形成中国的知识密集型产业。他说中国的农业密集型产业分为五类：第一类是“农业产业”，第二类是“林业产业”，第三类是“草业产业”，第四类是“海业产业”，第五类是“沙业产业”。草业归入到第六次产业革命，这就更加加重了草业在生产、科学上的份量，在产业和学术上是全然创新。

钱老的另一创新，是将系统工程思想引入草业科学。1986 年 7 月 22 日钱学森写给王明昶的信中讲到：“系统工程是处理复杂组织管理工作的现代化科学方法”，“草产业就是一个非常复杂的生产体系，为了管好，就一定要用系统工程的科学方法。”后来又讲到，“怎样用现代科

学技术发展草业”，他举了一系列具体的措施，归结为“利用系统工程的方法研究并创立中国式的现代化草业和现代化草业系统工程”。随后钱学森先生又亲自促成了中国草业系统工程委员会的建立。

钱老还创造了“草业”一词的英译文。草业要走出国门，对外交流，需要英文译名。笔者写信给钱老征求草业的英文译名，他建议草业的英译名应取拉丁化名字。（钱学森，1986 年 5 月 9 日致任继周信。）这个意见很高明，它不同于任何现有英文词汇，以防歧义，同时也表达了我们的创见。他提出仿农业的 agriculture，将草业译为 praticulture 或 prataculture，而且还将草业系统工程定为 Pratacultural System Engineering，有的同志担心外国人看不懂，钱老以系统工程创建人的权威，果断地回信：“Pratacultural System Engineering 一词不能改。要教育洋人，教育的方法是在论文英文稿一开始加一段解释。其实在外国连系统工程是什么，也是模糊的。”（钱学森，1990 年 8 月 30 日致王明昶信。）钱老科学战略家的宏大气魄和坚定的信心，令人肃然起敬！

钱老在“草业”上的诸多创新，无疑给我们后来者众多启示。

二　钱老草业思想的发展

建国后，钱老放弃国外的优质生活，毅然回国发展航天事业。这段时间，他经常去西北（甘肃、新疆、内蒙古等地），对这些地方的自然条件、经济发展和人民生活状况有第一线的接触。他认为建国后虽然有很多措施建设西部，但并未与农业基础结合起来。（钱学森，2000 年 3 月 28 日致江泽民信。）立足于西部的现状，在钱老心中萌生了草产业、沙产业的建设构想，随后他提出了建立农业型知识密集产业的第六次产业革命理论。

草业应该包括哪些地方？1985 年 6 月 24 日钱老参加在民族文化宫召开的中国草业问题研讨会上，他讲到：“按国家草原法的意思，草原包括草山、草坡、草地。那就不只是 43 亿亩了，全国大概还有 13 亿亩草山、草坡、草地，它们是在农区和林区的草业生产基地。”后来钱老写给我的信中又进一步说：“我想在草原上大规模经营的产业才是草业。至于在农田或林地附近、间隙的草地，其经营是农业或林业的一个组成部分，不属草业。”（钱学森，1986 年 5 月 31 日致任继周信。）他给王明昶的信中也说：“南方草地，不是草原，只能作为农产业或林产业的一个组成部分。”（钱学森，1986 年 7 月 22 日致王明昶信。）从这段话可以看出两个意思，一个意思是 43 亿亩草原是钱老所说的草业的主体；至于在农区与林区的 13 亿亩草地应该由农业和林业管，不属于的草业的范围。在这一时期，钱老将草业的范围限定在天然草原上，除此之外的可利用草地资源，则属于传统农业或林业部门管辖。

后来钱老有关草业的理论对草业系统有所拓展。李毓堂同志作为系统工程委员会的会长，向钱老汇报草业系统工程进展时说到：“几年来我们搞了一些初级的草业系统工程试点，一种是小范围的试点，如内蒙古敖汉旗和北京密云县的草业系统工程项目；另一种大范围的试点，如湖南、湖北、贵州、内蒙古、新疆等省、区的草地畜牧业的综合项目。试点结果表明，项目是成功的。”钱老表示：“这是真正的草产业。”（1989 年 3 月 24 日与李毓堂谈话记录。）这时钱老已明确表示将农区与林区的草地纳入到草业的范围中来。后来钱老的草业内涵扩大到了全国，如钱老 2000 年给江泽民总书记的信中讲到：“当然草产业不光是西北省区的事，即使在西南和全国其他省区，也有大量山坡不宜农耕，要退耕还林，退耕还草。适宜植树的植树，适宜长

草的种草，不能一刀切。”（钱学森，2000 年 3 月 28 日致江泽民信。）钱老的草业思想内容与今天我们所认知的草业空间范畴已经完全一致了，它既包含牧区与非牧区草业，又囊括南方与北方的草业。

将系统工程理论引入到草业中是钱老草业思想的又一重要贡献。草原管理、草业生产需用系统眼光，才能认识清楚，措施得力。用钱老的话讲，就是用系统工程方法来解决复杂的工程。我受到钱老的启发，提出了四个生产层理论。随后我将两篇发表不久的文章（任继周，胡自治，张自和.草业科学研究的现状与展望.国外畜牧业——草原与牧草，1993，2；任继周，万长贵.系统耦合与荒漠——绿洲草地农业系统.草业学报，1994，3：1～8）送呈钱老审阅。他的回信中有这样一段话：“您两篇文章都很好，把草业的外围社会和生态环境都讲透了。您也引入了系统的概念和信息概念。它们是相辅相成的。一切大规模的活动都离不开系统和信息。”（钱学森，1994 年 10 月 23 日致任继周信。）这两篇文章实际上包含了草业科学发生发展的三类因子群和四个生产层，以及生产层之间的系统耦合，是对草地农业生态系统简略的全景阐述。这无疑表明，在钱老的思想指导下，将草业科学的系统、信息以及生产等社会因素纳入其中，从而完成了草原科学蜕化为草业科学的过程，草业这个大系统成为一个独立的行业——草业。

钱老的草业思想表述经过上述的发展，极大地推动了草业理论的形成与完善，我们将钱老列为从草原科学上升到草业科学的代表人物是当之无愧的（图 1）。

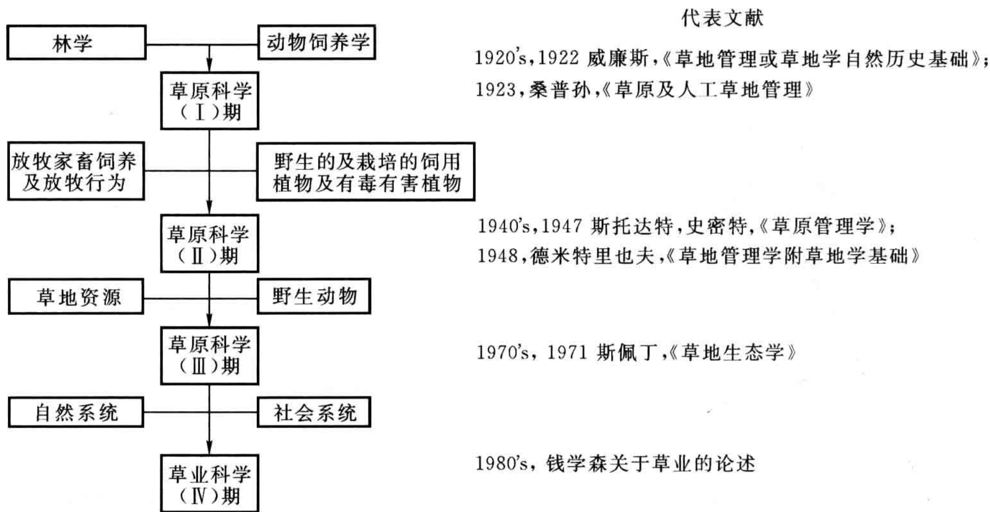


图 1　草业科学发生过程示意图（1993，任继周等）

三　向钱老学习

1. 科学的创新与自信

“科学家难得，科学的战略家尤其难得。”这是我献给钱老九十寿辰拙作的第一句话。钱老作为科学战略家，令人敬佩。

钱老工作繁忙异常，抽出一些宝贵的时间用在这些“冷门”上，而建树之丰，令人惊叹。单

就草业而论，他提出了“草业”概念，使原来的草原科学往前迈进了一大步；首先将草业列为新产业革命的内容；在草业中引入系统工程理论，是草业科学重要的方法论，其科学性屡次得到验证；创立了适用于草业的英译词汇。这一系列贡献闪现出钱老敏捷的科学思维，开阔的视野，勾划出学科领域的关键所在。

与创新相对应的，是钱老的自信。他认定的科学目标，不轻言放弃，敢为天下先。我举三个与钱老通信中的例子。

(1)1989 年国际理工研究所授予钱老“小罗克韦尔奖章”，我信中向他表达祝贺，钱老回信：“美国佬给我发奖章，我觉得没什么。因为对一个中国科技工作者作证评价，最有权威的是人民而不是美国的什么评审委员会!”(钱学森，1989 年 8 月 19 日致任继周信。)

(2)上文所说的，创立草业词汇，钱老说要“教育洋人”。

(3)对草业的未来信心百倍。在他给草业协会成立大会的祝贺信中说：“所以草业协会要大力宣传知识密集型草产业即第六次产业革命的光辉前途，要看到 21 世纪！光明的未来!”(钱学森，1992 年 1 月 1 日致李毓堂信。)

2. 务实与发展

“从实践中来，到实践中去”是钱老一贯的做事风格。他从航天科学到草业科学，跨度很大，他在草业上的诸多建树，实际上是钱老在经过一线调查后，在科学领域开辟的一块新阵地。

钱老在草业上的每一个新理论，无不是先与草业工作者交流，听取大家的意见，再在实践中验证。报纸、杂志、新闻节目有关草业的报道、讲话，钱老都收集、整理，交付草业协会或有关人员，以供交流、留存。草业学界也将重要的草业出版物、论文交与钱老审阅，然后反馈意见。钱老对草业的了解深入，依据最新的发展情况，他对草业的系统知识作了不少的拓展，例如南方草业，就是钱老在实践的基础上加进去的。草业系统工程，也是得到全国多个地方试点验证的。

3. 系统的眼光

由局部到全国，将草业纳入到一个大系统是钱老的首创。要落实草业的四个生产层次，必须有示范区。钱老不只一次地强调示范区和产业化的重要性。(钱学森，1992 年 8 月 29 日致李毓堂信，1995 年 3 月 19 日致李毓堂信，1996 年 1 月 6 日致李毓堂信，1991 年 9 月 2 日给笔者的信。)例如，有人向他征求关于“十五”草业规划的意见，他说得很具体：“一定要有草产业的试验示范点，可以设三个：北方草原一个，北方山地草地一个，南方山地草地一个。”(钱学森，1991 年 9 月 2 日致任继周信。)

钱老深感要想发展好草业，管好草原，必须站在全国的高度看待问题，应该有一个纵览全局的机构。他对目前的管理水平深感不足。全国诺大的草原，只在农业部畜牧兽医司内部设了一个草原处，这个处人力最少的时候只有 4 个人。因此，他多次建议要在国务院内成立草业局。给国务院同志的信中说：“45 亿亩的事业要用几十年的艰苦努力，不能放在眼前工作十分繁重的国家农业部去管。我建议国务院考虑设国家草业局，专管草原与草滩。将来到 21 世纪，国家会设草业部。(钱学森，1989 年 1 月 24 日致田纪云信。)钱老在许多场合都坚定地提出，要在国务院设立草业局，给我的和给其他人的信中也多次提到在国务院内设立草业局。

如今我国草原遭受巨大破坏，没有将草原视为一个大系统来管理是主因，钱老给我们开创

的系统思维，绝不能淡忘，要千方百计，坚决贯彻。

4. 虔诚的敬业精神

钱老对有关草业关怀备至，几乎有问必答，有信必复，一丝不苟。因此，我也经常去信向钱老请教。钱老不但每信必复，还常把有关材料转给我。信是亲笔，字迹工整，也很详尽。从与钱老的通信中，不但得到许多启发和教益，也学到了钱老平易近人、一丝不苟的风格。直到在1992年一次在友谊宾馆召开的会议上，走进电梯时，我问钱老，有没有可能参加一个与草业有关的会议，他说要少参加一些活动，“已经80岁了”，这句话在我的心上重重地一击，当时的语气和神态使我终生难忘。钱老已经80岁了！时间不容浪费。从此以后，我很少给钱老写信，即使年节的问候也一律省略，以免分散他的精力，使他集中有限的时间和精力用在更重要的地方。好在有了李毓堂同志代表草业系统工程学会与他保持联系，探讨草业问题，汇报草业试验项目进展。钱老不辞辛劳，关注逾恒，有时回复洋洋洒洒数千言，对草业的关切之情，洋溢字里行间。

钱老去世后，我到钱府灵堂吊唁这位不世出的科学家。钱老的家掩映在一排上世纪修建的苏式建筑之中，非常整洁、简朴，空间狭小，甚至略显局促。而钱老多次谢绝搬迁，就是在这个地方完成了诸多的科学创新，多么难得！钱老离开我们已经一年了，我们草业人永远缅怀钱老，将牢记钱老的遗志，推动草业事业不断向前发展。

作者简介：

任继周，男，1924年10月出生，山东省平原县人。毕业于中央大学畜牧系，我国现代草业科学奠基人之一。1981年创建甘肃省草原生态研究所，首任所长，1995年当选中国工程院院士。国际天然草地大会第七、第八届委员会成员，《草业科学》和《草业学报》名誉主编，Journal of Arid Environments 编委。

他率先开展我国高山草原定位研究，并提出了草原季节畜牧业理论，创办并主编了《国外畜牧学——草原与牧草》、《草业科学》、《草业学报》(现为名誉主编)。在国内外发表研究论文100余篇，主编大学教材5种，工具书4部，专著10本。

他主持的科研项目曾获国家科技进步二等奖一项，三等奖两项，教学成果特等奖一项。曾被评为国家有突出贡献的优秀专家，何梁何利基金科学与技术进步奖，全国农业科技先进工作者，新中国成立60周年三农模范人物奖。新西兰梅西大学1988年出资设立了任继周教授奖学金(Professor Ren Jizhou Scholarship)。

沙产业的发展方向及价值定位

中国科学技术协会　刘　恕



关键词:沙产业(Deserticulture) *

摘要:在我国西部干旱"不毛之地"上,近二十年沙产业开发实践证明,钱学森先生所倡导的"变不毛之地为沃土"的沙产业,不是远不可及的构想,而是具有强大的生命力和现实的可操作性的科学理念,是一种新的思维,是正确的沙漠开发利用的战略。在沙产业理念指导下,充分发挥干旱地区的阳光优势可能使干旱的荒漠成为为人类提供生存物质的空间。在当前世界人口数量不断增长的现实中,占据陆地面积1/3的大片不毛之地,有可能打造成发展农业的新空间,将会为人类在地球上生活发展带来希望。这正是沙产业理念作为新一场产业革命内容的价值所在,更佐证了沙产业的出现和发展,具有现实意义和适应客观需求。

***沙产业的英文译法为钱学森先生亲自拟定。**

英文译名,沙产业为derserticulture(其他四项:农产业为agriculture,林产业为arboriculture,草产业为praticulture,海产业为mariniculture)。钱老对于将沙产业译为derserticulure,解释为这是一组合词,由产业生产的地域和产业生产方式组合而成。

1984年初,钱学森先生预见性独到地提出了继信息产业革命之后,人们将迎来一场与人类生存发展密切相关的新的产业革命,这新的产业革命将引发农业型产业重大的变革,前所未有的新产业——知识密集型农产业、林产业、草产业、海产业和沙产业将要在人类历史上登上舞台。钱学森先生曾充满激情地讲述,新产业革命中的农业型知识密集产业系列生产活动有共同特点:第一,在生产过程中,一方面充分利用生物资源,包括植物、动物和微生物;另一方面又利用工业生产技术,也就是全部现代科学技术,包括新的技术革命的成果。第二,不但技术现代化,而且生产过程组织得很严密,一道一道工序配合得很紧密,是流水线式的生产,这就是农业型的知识密集产业,他认为,由生物工程和生物技术的高度发展所引发,这场产业革命的来临将会彻底改变第一产业——农业的面貌,实现农业生产工厂化。钱先生认定,农业型产业系列是指以阳光为直接能源,由植物光合作用进行产品生产的产业。凡是有阳光普照又有可进行光合作用生物存在的地域,均是具有发展农业型产业的空间,同时利用绿色植物的光合作用,最大限度地固定转化太阳能是农业型知识密集产业的本质内容。由于进行生产空间的地域特征及生产方式的差异,钱学森先生将农业型知识密集产业系列区分为农产业、林产业、草

产业、海产业、沙产业。十多年来，钱学森先生十分关注沙产业的发展，一直亲自指导并积极推动着实践。沙产业与海产业同样，其生产空间地域特征最为明显。干旱荒漠是地球表面独特的地理单元，其自然特征被概括为，气候干燥、植被稀疏、地表组成物粗瘠、盐碱现象严重、风力强劲，但太阳辐射强度大，日照时数多，一般年内日照时数超过 1/3。撒哈拉沙漠年日照时数在3600～4300小时，成为地球表面日照时数最高的区域。我国干旱荒漠地区太阳辐射量及日照时数与湿润区相比有明显优势(表 1)。

表 1　我国干旱荒漠地区与湿润地区太阳辐射量及日照时数对照表

地　　区	年日照	年总辐射量
干旱沙区(内蒙古东部沙地、西部沙漠、新疆北部、南部气象台站资料平均数)	3066 h	159.16 kcal/cm^2
	100%	100%
湿润地区(成都、广州、南京、上海气象资料平均数)	1333 h	106.18 kcal/cm^2
	43%	66.7%

光资源是形成植物产量的基础因子，植物在阳光照射之下，经过光合作用把光能转化为化学能，产生碳水化合物等物质作为植物生物量贮存。干旱荒漠的辽阔表面，具有天赋的、充沛的阳光资源，具备了发展农业型产业的要素和提高光合作用效率的本源。潜伏着的发展农业型产业的高生产力要素是沙产业的发展空间。但是由于植物的生产量服从最小因素律，生长受最差条件的满足所制约，干旱荒漠严酷的生境下，为提高植物太阳能转化、利用的效率，需要依托科学技术支撑用人工措施改变不利的生长因素，构建起适应环境特点的生产方式，才可发挥地域优势，将大片不毛之地打造成新的农业空间。干旱荒漠地域广阔，这个曾被钱学森先生称为第六次产业革命中的“小弟弟”——沙产业，有可能为从未停止繁衍脚步的人类在地球村生活带来希望，在解决人类面临的棘手难题上彰显出独特的价值。

一　其发展方向将围绕：帮助人类走出饥饿的羁绊

当前，世界人口进入爆炸式增长时期，据美国人口资料局数据资料，世界人口由公元 1800 年的 10 亿，用了 130 年才突破 20 亿。而由 20 亿增加到 30 亿仅用了 32 年。目前，全球人口正以每年约 1.2%的速度增长，据预测，世界人口在 2012 年将达到 70 亿(编辑注：2011 年 10 月 31 日，世界人口达到 70 亿)。人口暴增出现了生产和生活资料短缺，构成人类自身生存发展和社会经济发展的难题。实现人口高峰期食物安全已成为国际社会及负责任的政府的神圣职责。正是基于对粮食(食物)生产所面临困境的认识和了解，许多国家举办“世界粮食(食物)日”活动，以提高人们对粮食(食物)重要性以及由其引发问题严重性的认识。1996 年“世界粮食日”的主题鲜明地被确定为“同饥饿与营养不良作斗争”。21 世纪，人类虽然进入了以智力为首要依托的知识经济时代，但是人类生存发展最基本保障仍呈现着危机。2007 年 8 月联合国粮农组织总干事就曾指出，世界仍有 8.54 亿人口处于饥饿状态。到 2010 年处于饥饿状态的人口数有增无减，已过 10 亿。粮食(食物)短缺将会愈来愈凸显。现实粮食(食物)短缺的严峻事实推动人们，探索扩大粮食(食物)产量和种类，帮助人类走出饥饿的羁绊之路。钱学森先生主张利用天赋的阳光优势，用一切可能的技术手段，最大限度提高植物光合作用效率，使广

袤的干旱不毛之地变成人们所需食物产出地，扩大生产空间，增加食物。应运而来的正是沙产业理念。沙产业是在“21世纪中叶才能开花结果的”，半个世纪时间跨度，科学技术有难以预期的发展。当前，从实际出发，发展沙产业技术路径有两个切入方向:其一，利用现代工程技术在干旱背景下，构建适合作物生长的人工气候环境。其二，利用现代生物技术培养、选育节水高效转化固定光能的优秀生物品种，优化太阳能转化器——光合作用的主体。十几年来，东起科尔沁沙地，西至天山南北的荒漠，都有着结合本地区实际情况，按照沙产业的理念，以“多采光，少用水，新技术，高效益”为指标体系的践行沙产业实例。甘肃河西走廊的戈壁荒滩15年前率先建起沙产业示范带，如今在戈壁荒滩上有超过20万亩的半地下坑道式日光温室。仅武威市，2007年日光温室种植4.23万亩，到2009年发展到13.9万亩，生产着优质葡萄和果蔬。宁夏中卫市在腾格里沙漠南缘，推沙整地，建起数以千计的沙漠日光温室大棚，开辟出发展沙产业的新天地。成功的实践证明，以“变不毛之地为沃土”作为目标任务的沙产业，为推进农业型产业进步，拓宽农业空间，增大粮食(食物)产出提供了可操作的案例。在干旱不毛之地上以优化光合作用条件、人工设施连片组合而成的农业型生产基地已形成真正的“沃土”，我们称之为“现代新型绿洲”。

所谓优化太阳能转化器，实质为优选改良进行光合作用的主体——绿色植物，包括高等绿色植物品种的优选和培育。在生物技术、基因工程不断发展的今日，人工培育具有独特功能植物成为可能。将具有独特功能植物配置于人工控制的环境下，有可能提高太阳能转化效率，增加产出量。目前我国沙产业科学工作者正在探索选择自养单细胞低等植物微型藻类作优化的太阳能转化器，将微藻工业化生产作为为人类提供“超级食品”的战略目标。微型藻类体积小，叶绿体占据2/3细胞腔，生长繁育迅速，是自养低等绿色生命体，具有利用无机形式的碳和碳水化合物合成高品质蛋白的能力。例如，小球藻的干粉营养丰富，通常含蛋白质45%～50%～58%，碳水化合物20%～30%，脂肪4.5%，以及多种氨基酸、维生素。具有人类健康需求的多种营养的小球藻、螺旋藻，被人们称为“21世纪食品”、“最具潜能的超级食品”。时至今日，微藻食品的价值已为世人所公认。笔者最近从俄罗斯学者的资料中获知，“在1千克的螺旋藻中含有的可吸收有益的营养物(维生素、矿物质、不可取代的脂肪酸、酵素，等等)”，相当于20千克肉，10千克鱼，6千克奶酪和酸奶油，3.5千克奶油，40个鸡蛋，60升牛奶的总和。微藻生产往往在为某一微藻品种创造最佳的繁殖条件的人工装置内完成。人工装置内，生长环境可控制，可以全天候生产，产品纯净。生产微藻的人工装置可视作为工业生产中的生产单元，生产单元的建立不苛求肥沃的土地，沙漠戈壁、干旱山坡、古河道、住房的平顶以及开阔的水面都可设置微藻生产装置，构建成以微藻生产装置组合而成的特殊绿洲，转变成能为人类提供营养物质的特殊意义的“良田”，真正实现着沙产业“变不毛之地为沃土”和“农业型生产工厂化”的理想目标。今天，当世界上有40个国家面临不同程度的粮食短缺，每年有560万儿童因饥饿和营养不良而夭折时，增加食物生产，开发新的自然资源的利用空间，是人道主义义务，也是沙产业服务于人类福祉的最高目标。

二　将干旱不毛之地打造成天然新药的宝库

人的生命具有崇高的意义和价值。在科学技术高度发展的时代，人们不断探索用科学技术拯救生命、造福人类。当前生物技术的发展已促使农业和药品制造业融为一体，“大自然是

新药的宝库”已成为不争的事实。干旱荒漠的特殊自然环境中生长的沙生、旱生、盐生植物，物竞天择长期进化中，形成具有特色的形态结构和生理机制。特别是在强日光辐射下，一些植物种类进行高效率的光合作用过程时，在合成代谢的基础上强化和产生了某些次生合成代谢途径或机制。这些次生代谢物的特有化学成分，具有为人类消除病痛的药用价值。如早为人知的澳大利亚的荒漠地区桉树属，叶内储存有大量含醚的油，此油中有萜烯化合物。我国荒漠中大量分布的苦豆子，种子中含有大量生物碱，包含28种生物单碱，其中金雀碱有强心功能（金正道，2008）。苁蓉甙、皂苷、麻黄碱、甘草酸、黄酮、萜类均产生于分布在干旱荒漠区的植物之中。天然生的沙生沙棘、白刺、沙米、沙葱、沙芥、沙冬青等多富含植物蛋白、维生素及人体不可缺少的镁、锌、锗等微量元素，特别是生长于干旱不毛之地盐湖中的微藻，更富营养，构成了弥足珍贵的具有保健价值的药物宝库。干旱荒漠土壤中微生物分布少，病原菌栖息困难，又无化肥施入，是天然净土，成为不可多得的天然药圃。荒漠中药圃建设，实质上是进行荒漠植物产生的次生代谢物的开发利用。按沙产业理念要求，要依托于生物技术为主的技术集成，而全部产品生产加工过程，应形成资源—产品—再资源的流程，创造高效率、高附加值和高效益。

十几年来，内蒙古自治区、甘肃等地兴起一批经营荒漠中独特药用资源的开发企业，提取苦参总碱，开发甘草浸膏、甘草总黄酮、异甘草素以及苁蓉苯乙醇苷类、肉苁蓉及锁阳寄生植物，在新疆、宁夏、甘肃的沙区发展很快，如甘肃临泽建设苁蓉种植基地已达5000多亩，成为沙产业的重要内容。但目前一些企业大都把技术运用主要放在生产过程中，忽视对植物的培育。企业原料生产的第一车间，还停留在一般性大田栽植水平，缺少对新技术运用，是今后值得注意解决的问题。

三　为生物质能源开发提供崭新前景

干旱荒漠由于地域内有充足的阳光，气候干燥炎热，太阳辐射十分强烈，所以“沙生植物进行的光合作用要比一般地区强烈，且生物合成途径常会发生变异，形成特别的化学成分和特有的生理功能”（方圣鼎，1985）。有些沙、旱生植物在强光的作用下，进一步进行还原作用合成烃，即类似石油的物质，直接产生出代替石油制品。例如，美国加利福尼亚州卡尔温的一种大戟，其植物体内的乳状汁成分很接近石油，可称之为地面上生长的汽油植物。据美国西南部和墨西哥西部有关资料介绍，约有数十种植物的乳状汁含有环己烷和乙醇。在当今世界化石能源的蕴藏量逐渐减少的情况下，干旱荒漠中的含烃植物为可再生能源的开发提供了崭新的前景。

干旱荒漠中的有些植物，特别是自养低等植物（微藻类），由于能有效地摄取太阳能，生长繁殖快速稳定，成为储存能量的活材料，蕴藏着能源的巨大潜力。原因是在自养的低等植物藻类群中，除富含蛋白质、淀粉品种外，还存有着富含油脂的藻类，善于把光合作用产物转化成油脂贮藏起来，在细胞内形成油滴。微藻较玉米等其他油料植物有较高的油量产出。例如，俄国专家给出如下几种作物每公顷产出油量（表2）。

表 2　几种作物每公顷产出油量

作　　物	出油量(公升/公顷)	作　　物	出油量(公升/公顷)
玉米	172	油菜籽	1190
大豆	446	油棕	5950
芥菜籽	572	微藻	95000
向日葵籽	950		

微藻这一独特的功能愈来愈被人重视。例如，在美国启动"微型曼哈顿计划"，它的宗旨是向藻类植物要油，重新燃起了美国新一轮的藻类生物"原油"研发热潮(王俊鸣，2007)。在倡导这一计划的"点燃燃料公司"的网页上披露，"到 2010 年让藻类产油工业化，每天生产百桶生物原油"为该计划的目标。

生物质燃料在多样化能源供应中扮演着重要角色。生长在干旱地盐湖的盐藻以及在干旱不毛之地建立起养殖藻类设施"种植"微藻，与用高等植物和作物作为原油生产相比，不争土地和水分，十分值得重视。我国有关部门以及我国从事沙产业研究的专家早已在十余年前就开始进行中试规模的微藻生产，为开发生物质能打下实践基础。沙产业作为生物质能源开发产业构想是早在 1984 年 8 月，钱学森先生在《创建农业型知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》一文中，对沙产业作出的科学憧憬："沙漠戈壁成了取之不竭的地面油田(注：地面油田系指沙漠戈壁可能生长出可以用来提炼燃油的植物)，那真是沙业大发展了。"

25 年前我国杰出科学家钱学森就明确指出，今日，我们除赞叹先生的睿智外，更应按着钱老指出的方向，使沙产业最终会在生物质能源的生产中彰显出它的特殊价值。

干旱不毛之地曾被人以"没有生命的僵尸"、"死亡之海"来描述，让人闻而生畏。生活在沙区的群众也曾以"沙是黄龙，愈治愈穷"的民间谚语，表述了面对一个严峻生境条件，用人定胜天的"英雄旋律"因"治"而得的祸。至今世界上食不果腹的人群绝大多数生活在干旱区。在 2008 年以"防治土地退化和可持续发展"为主题的世界防治荒漠化日时，联合国秘书长在致辞中，特别呼吁："国际社会应认识到，世界上有一半的穷人所居住的干旱和边缘土地并非荒地。那些土地有可能成为农业集约化生产区以满足人类对粮食和能源的需求。"联合国秘书长站在人类社会最高讲坛呼吁，要为解决人类面临难题寻找出路。"使一半的穷人所居住的干旱和边缘土地变成农业集约化生产的土地资源"，这也正是近 20 年来，我国干旱地区积极的地方领导、热心群众和富有奉献精神的专家学者依靠科学的理念，依托人们积累的智慧和技能，使荒芜的土地变成沃土的实践过程。社会发展是以人的生存发展为基础的发展，社会的一切生产活动最终必然归结到了人，沙产业以变不毛之地为沃土作为产业目标，结合自然资源的特点，选定应对人口爆炸性增长所带来的食品短缺、能源枯竭以及提高人类健康和生活福祉为未来开发方向，充分展现沙产业服务人类福祉的价值定位，体现了发展科学技术使"所有人获利"、"贴近人，为了人"的崇高目标。钱学森先生提出新一次产业革命，农业型知识密集沙产业的科学构想，距今已逾 20 年，这一预见性构想中蕴涵的深邃理论及实践的可操作性，伴随时间荏苒不断为沙产业实践所佐证，愈来愈展现出服务于人类福祉的理性光辉。当充分认识理解发展沙产业的价值采取行动开拓时，必须要认识沙产业生产活动范围是干旱不毛之地，其地域特征同样具有生态平衡脆弱的最大特殊性。人们介入这种领地时，尊重自然规律，与自然和谐共处，是必须要遵守的规范。沙产业倡导者钱学森先生早在 1991 年 12 月就告诫我们："……要

尊重地理学规律。沙产业要比农产业、林产业、草产业和海产业突出得多。”“沙产业属于第六次产业革命，是21世纪中叶才能开花结果的。”这些告诫应成为人们践行沙产业理念时应遵从的守则。

（2010年5月，于北京）

参考文献：

[1] 涂元季，李明，顾吉环. 钱学森书信[M]. 北京：国防工业出版社，2007.

[2] 刘恕. 沙产业概述[M]. 北京：中国环境科学出版社，2001.

[3] 刘恕. 步入实践的沙产业[M]. 北京：中国环境科学出版社，1998.

[4] 田裕钊. 留下阳光：关于微藻阳光转化器的实践和思考[M]. 北京：科学普及出版社，2008.

[5] 杨文斌，等. 沙漠资源学[M]. 呼和浩特：内蒙古人民出版社，2006.

[6] 刘恕. 解读沙产业[M]. 北京：科学普及出版社，2009.

作者简介：

刘恕，女，1935年出生，辽宁省沈阳市人，1960年毕业于苏联列宁格勒林业工程学院。中国科学技术协会原书记处书记、副主席，任中国环境与发展国际合作委员会委员等。现为中国科协荣誉委员，中国环境保护基金会及中国生物多样性保护基金会荣誉副理事长，中国国土经济学会沙产业专业委员会主任。

沙草产业体现科学发展观

解放军总装备部钱学森办公室　涂元季



2008年1月19日，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席胡锦涛同志看望著名科学家钱学森时，高度肯定他的科学建树，举了两个例子，一个是系统工程理论，一个是沙产业理论。总书记说："前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好。沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有了明显提高。钱老，您的设想正在鄂尔多斯变成现实。"这是对钱老中国特色创新理论的充分肯定，也是对内蒙古践行钱老理论、坚持科学发展的新路的高度认可。内蒙古党委、政府高度重视，决定在5月召开高层次的专家座谈会，认真学习落实胡锦涛总书记谈话精神，科学发展内蒙古的沙产业，钱老听说后很高兴，让我代表他对此表示感谢。

钱老对内蒙古是怀有很深厚的感情的。他年轻时主持我国导弹卫星试验工作的时候，经常到内蒙古来。那时有些试验需要他在内蒙古一呆就是几个月。就我所知，他那时对沙漠和戈壁就有观察，有记载。所以钱老开始提出沙产业、草产业的时候，有很多人不理解：钱学森是搞导弹的，怎么管起沙和草来了？其实他们不了解，钱老作为一个人民科学家，他心中装的是人民！只要对人民有利的事情他都在思考。最近当他听说内蒙古要举行这么一个重大活动时，非常高兴，要我转达对内蒙古储波书记和巴特尔代主席、夏日副主席、郭启俊副主席，对内蒙古人民，对战斗在沙产业、草产业一线的农牧民和企业家们的崇高敬意！希望会议开得成功。

2002年12月和2004年8月，我受钱老委派，曾到过内蒙古。第二次是参观鄂尔多斯市的沙产业试验示范基地，结合实际研讨钱老沙产业、草产业理论发表20周年。由于组织紧凑，内容丰富，大家看得非常兴奋。看到内蒙古的沙产业、草产业搞得这么好，植被恢复得这么好，我们都深受感动啊！特别是上海交通大学来的同志，看了以后都感到震撼！老住在上海，以为上海了不得，以为内蒙古非常落后，结果一到这儿来，发现内蒙古搞得这么好，他们才是大为惊奇，更受教育。

那次会议经过两天的参观，又听了内蒙古党委副书记杨利民和鄂尔多斯市政府负责同志的讲话，不仅使我对内蒙古的局部，而且对内蒙古的整体有了一个全面的了解。在这样的背景下，我也理解了钱老的沙产业、草产业理论为什么在内蒙古得到上上下下的重视，得到这么大的发展。因为钱老的理论符合西部的特殊规律，就是科学的发展观！

一 我对科学发展观的理解

党中央在十六届三中全会上提出“坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的发展观”。按照胡锦涛同志2004年6月2日在中国科学院和中国工程院两院院士大会上讲话中的提法，科学发展观是我们党“从新世纪新阶段党和国家事业发展的全局出发提出的重大战略思想”，“反映了我们党对发展问题的新认识”。按照温家宝同志2004年2月21日在省部级领导干部“树立和落实科学发展观”专题研究班结业式上的讲话，科学发展观“是我们党对社会主义现代化建设指导思想的新发展”，“是与时俱进的马克思主义发展观”，是“根据马克思主义辩证唯物主义和历史唯物主义的基本原理，总结了国内外在发展问题上的经验教训，吸收人类文明进步的新成果”。

理论依据是辩证唯物主义和历史唯物主义当然正确，在理论界也是没有争议的。从实践依据来看，正反两方面的经验都有。如过去我们在社会主义建设问题上学过苏联，自己也搞过“大跃进”等等，都提供了教训：不搞科学发展观，愿望是好的，但结果事与愿违。当然我们20世纪50年代前期也有非常好的经验，毛主席的《论十大关系》就是很好的发展观。在这个发展观的指导之下，我们的社会主义建设有成绩，也有经验。改革开放以后，邓小平同志倡导实事求是，恢复了实事求是的思想路线，我们的经验就更多了，但教训也是有的。小平同志说“发展是硬道理”这句话，是在20世纪80年代末、90年代初。那时我们还没有大发展起来。他这句话一下子把发展推动起来，是很有力度的。但是我们在贯彻这句话的时候是不是做到了全面协调可持续的发展呢？应该说，科学发展才是最硬的道理。那是有序的协调的发展，尽管表面上看来可能慢一点，像温家宝同志讲话中说的，要“争取平稳的较快发展”，但是这是科学的，可持续的，有后劲的。

二 沙产业、草产业就是科学发展观

由科学发展观联想到钱老提出的沙、草产业理论。我发现钱老提出的沙产业、草产业这一理论设想，完全符合党的十六大提出的、十七大强调的科学发展观。为什么这么说呢？

第一，沙产业、草产业理论首先强调的是充分利用沙漠上充沛的阳光。钱老1995年在甘肃河西走廊沙产业工作会议上，肯定了沙产业的路线是“多采光，少用水，新技术，高效益”。第一条强调的就是要利用阳光！植物生长最基本的原理就是利用阳光，就是光合作用，这是最基本的生物反应。当然水、肥等条件都得保证。阳光是我们沙区的优势，钱老说的就是“阳光农业”的新概念。阳光是大自然赐给我们人类的取之不尽、用之不竭的能源，如果立足于这个新思维来建设我们的沙产业，那当然是可持续发展！草产业当然也是可持续发展的。钱老提出草产业的核心是要以草作为畜牧业的基础，以草作为整个产业的龙头。产业链包括畜牧业、畜产品深加工，甚至包括粪便、废料的综合利用等等，这些钱老在文章中都谈过了。如果以草作为这个产业的基础，那我想就应该是可持续发展了。假如我们仅仅强调畜牧业，没有看到草的重要性，那畜牧业的发展就会有很多制约。首先草原这个资源就是一个制约条件，超载放牧就不可能持续发展。但是如果我们从草这个资源开始抓起，包括畜牧业在内的草产业就可以持续发展了。

第二，科学发展观强调的是人和自然的和谐发展。钱老理论的第二句话“少用水”，强调的是节水，这可是一个重要的环境和资源问题。中央现在已经将能源资源和水资源相提并论了，可见水资源是多么重要的一个问题。可是我们的水资源又是相当紧张的。所以只有走节水的路子，才是可持续发展的。你干的是不是沙产业、草产业的范畴，关键看你是不是“多采光”，是不是“少用水”。所以钱老提出借鉴以色列的经验，走节水的路子。他提倡在沙漠戈壁发展太阳能和风能，走能源永续和洁净能源的路子。他还特别仔细地说到牲畜加工的下脚料，如血和骨头怎么办？可以加工成饲料添加剂。牲畜的粪便如何处理？可以养蚯蚓、种菌类、养鱼、制造沼气等。而沼气池里发酵以后的残渣又可以作肥料回田等等。其实，钱老 24 年前讲的知识密集型沙产业、草产业不就是今天人们说的“无污染生产”和“循环经济”吗？走知识密集型沙产业、草产业的路子，就不会破坏生态环境，就能实现人和自然的和谐发展。

第三，科学发展观强调的是经济社会的协调发展。既要强调经济发展，又要强调社会的发展。钱老的系统思想在沙产业、草产业上运用，既注意了这个产业本身的发展，也论述了跟这个产业相关的方方面面的发展，特别是社会的发展问题。他提出沙产业、草产业发展到一定程度，加工、生产等等产业形成时，产业链拉长了，社会就业的机会也就多了。不仅如此，钱老还提出了更高的发展远景，即在草原建成一个个“草业新村”。他提出了草原新村、草原城镇这样的草原社会发展大思路。他说这样的草原城镇和草原新村应该是现代化的，有现代化的文化设施，有卫星电视，现代化教育，有休闲娱乐场所等等。总之，到 21 世纪中后期，知识密集的沙产业、草产业真正发展起来了，草原新村都现代化了，钱老认为，到那时，城乡差别也就没有了。这种产业与社会协调发展的思路是完全符合科学发展观的。

第四，科学发展观首先强调的“以人为本”正是钱老提出草产业、沙产业的出发点和落脚点。钱老提出沙产业、草产业思路的基本出发点是什么？是我国西北地区最贫困的农牧民。钱学森心中装的是祖国和人民，他在晚年尤其念念不忘的是当年执行国防试验任务时所看到的贫困农牧民的生活景况。当他在 20 世纪 80 年代看到新技术革命一群群到来时，他立即想到我们为什么不能应用高新技术成果，不仅使西北地区绿起来，而且使农牧民富起来呢？由此，他不仅提出了沙产业、草产业理论，给西北民族地区农牧民指出了一条致富的路子，而且把自己所得的科学奖金也无私地捐给了这一事业。这难道还不是以人为本、以最贫困的西北农牧民为本吗？

至于科学发展观强调的“五个统筹”，沙产业、草产业理论基本上都涉及到了。

最后我们回答一个根本问题，即为什么钱老在 24 年前提出来的这个理论，却正符合现在中央提出的科学发展观呢？我想很重要的一点在于，科学发展观的理论来源是辩证唯物主义和历史唯物主义。而钱老晚年一直倡导的系统科学就充满了辩证唯物主义和历史唯物主义。他用系统科学的观点来看农业，提出了大农业思想，包括农、林、海、草、沙五大产业。这是钱老系统科学思想在农业上的一个生动运用。

我觉得《光明日报》的一篇文章《科学发展观的哲学意蕴》，讲得比较深刻。什么哲学意蕴呢？其实他说的就是钱老倡导的系统科学的哲学——系统观、系统论。文章说：“科学的发展是协调的发展而不是畸形的发展。科学发展观不仅强调人类社会是一个相互联系的系统，而且强调系统内部各子系统的协调互动……”这就是系统科学的原理，就是系统动力学的道理。所以科学发展观的哲学意蕴实际上就是钱老说的系统论、系统观。

胡锦涛同志在两院院士大会上讲得就更加明确了。他说：“要从科学的角度不断充实和丰

富科学发展观。落实科学发展观是一个系统工程。不仅涉及经济社会发展的方方面面，而且涉及经济活动、社会活动和自然界的复杂关系，涉及人与经济社会环境、自然环境的相互作用。这就需要我们采用系统科学的方法来分析解决问题，从多因素、多层次、多方面入手研究经济社会发展和社会形态、自然形态的大系统。”我们“要把自然科学、人文科学、社会科学等方方面面的知识、方法、手段协调和集成起来”。这就是钱老倡导的系统科学方法！正是因为钱老用系统科学的观点和世界眼光看全球生态危机问题，看未来人类生存问题，看我国西部可持续发展问题，才提出沙产业、草产业的理论，并在24年后仍不断迸发出强盛的生命力！

我想各方面的专家学者在内蒙古开会座谈，认真学习胡锦涛总书记1月19日的谈话精神，加深对钱老沙产业、草产业理论的理解，是一件很有意义的事情。内蒙古不但率先把“大力发展沙产业、草产业、林产业”写入自治区“十一五”规划，率先编写了《沙产业、草产业、林产业理论实践丛书》、率先开办了《中国沙产业、草产业网站》、率先举办了《钱学森与内蒙古沙产业、草产业图片展》；而且理论指导实践，多年来精心培育了“鄂尔多斯沙产业典型”，以生态小康概念推动生态文明建设，验证了钱老2001年5月给赵永亮、郝诚之同志信中的沙产业三大标准，即“把林、草、沙三业结合，从事中国西北沙区21世纪的一件大事”；“实现了农工贸一体化的产业链”；“达到沙漠增绿、农牧民增收、企业增效的良性循环”。历史证明我们内蒙古自治区把创新理论与科学决策结合，大抓沙产业草产业发展没有错，完全符合现在中央十七大精神。

当然，我们也要注意稳步协调发展，不能一说沙产业、草产业这么重要，又搞“大干快上”之类。要按照科学发展观，稳妥地进行，多搞试点，在试点中发现问题要及时解决。在沙漠和草原上，生态非常脆弱，一旦我们稍有不慎，造成的影响就是深远的，甚至是无可挽回的。我要说的是，我们也得按照科学发展观来发展沙产业、草产业。

钱老一生的追求是“志在强国，心在富民”。志在强国，他为我国“两弹一星”、载人航天事业做出了特殊贡献；心在富民，他以知识密集型的沙产业、草产业理论支持了西部大开发的科学进行。2004年12月，他在家中接见夏日副主席，听了《坚持科学发展观，大力发展沙产业、草产业》的汇报后，欣慰地说：“内蒙古各民族人民过去在‘两弹一星’事业上做出了贡献，现在又在沙产业和草产业上给全国带了个好头、做出了榜样。”巴特尔代主席的认识很正确：“沙产业在内蒙古是一项具有战略意义的产业，是造福人民、促进可持续发展的大事。”祝内蒙古以沙产业、草产业为新的经济增长点，科学发展，持续发展，取得更大的成就！

作者简介：

涂元季，男，1939年4月出生，湖北省襄樊市人，1957年考入成都电讯工程学院（现电子科技大学）无线电电子学系电真空技术专业。1962年毕业分配到国防科委情报所做航天科技情报工作，1983年担任钱学森同志秘书和学术助手。现为中国人民解放军总装备部司令部高级工程师，技术2级。

对沙产业理论内涵及发展方向的几点认识

高德占



近年来，我国沙产业发展取得了令人瞩目的成就，钱学森院士开创性提出的沙产业理论更加受到各方面的关注。最近，我结合考察和调研对沙产业理论又进行了深入学习和思考，并做了一些整理。这次召开的中国沙产业发展研讨会很重要，也很及时。我想结合自己学习和实践的体会作个发言，对沙产业理论内涵和沙产业发展方向谈几点认识和看法，与大家一起交流讨论。

一　我国防沙治沙取得丰硕成果，沙产业理论构想正在逐步变成现实

我国防沙治沙和沙产业发展取得的显著成就，是深入贯彻落实科学发展观的成果，为推动经济社会发展，促进生态建设，实施西部大开发战略，增加沙区人民收入发挥了重要作用，做出了重要贡献。特别是内蒙古自治区等一些沙区广大干部群众，认识高，抓得实，创造了很多好的经验和做法，涌现出不少先进典型，做出了突出成绩。

防沙治沙和沙产业发展是一个有机整体，相互联系，相互融合。在防沙治沙工作中，各地从实际出发，遵照科学治理、综合治理的方针，重视防沙、治沙与用沙相结合，寓开发利用于保护治理之中，所以在防沙治沙取得显著成绩的同时，沙产业的发展成就也令人瞩目，取得了良好的生态效益、经济效益和社会效益，向“沙地绿起来，沙业活起来，沙区人民富起来”的奋斗目标迈进了一大步。

发展沙产业的理论构想是我国著名科学家钱学森院士 1984 年提出来的。近年来，我国防沙治沙和沙产业发展的实践，有力证明了钱老关于沙产业的理论设想是具有战略性、前瞻性、开创性和指导性的科学论断。2008 年 1 月胡锦涛总书记在看望钱学森院士时，对沙产业理论给予了高度肯定和赞扬。总书记说：“前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好，沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有了明显提高。钱老，您的设想正在变成现实。”总书记对钱老沙产业理论设想这一科学创新的赞扬和肯定，也是对我们从事防沙治沙和沙产业工作人员的激励和鼓舞，更加坚定了我们的信心和决心，（激励我们）继续努力开创我国沙产业发展的新局面。

二　深入学习掌握沙产业理论的丰富内涵，充分认识沙产业是农业型产业、是知识密集型产业、是面向未来的产业

钱学森院士开创性提出的沙产业理论，通过书籍、文章、讲话、信函等等方式发表的许多深刻见解和精辟论述，博大精深，内容丰富。我们要结合近年来我国沙产业发展取得的成就和存在的问题，进一步深入学习钱老关于沙产业理论的深刻内涵，掌握沙产业理论的基本要点，提高认识，指导实践，把我国沙产业发展提高到一个新水平。

长期以来，人类主要是以大地为载体，利用太阳光辐射能量通过光合作用使作物生长，来提供生物物质，作为生活、生产资料（包括食物、饲料、药材、燃料、工业原料等），以此来维持生存和繁衍。这里所指作为载体的大地，包括农地、林地、草地、滩涂地和沙地。对此，钱学森院士以长远战略眼光和系统工程观点，提出了“创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业”的理论，并预言这一产业将成为21世纪在中国出现的第六次产业革命。

在这里钱老不但首次提出沙产业的概念，同时还深刻地指出，沙产业是农业型产业，是知识密集型产业，是迎接第六次产业革命面向未来的产业。因此，我们要进一步提高对沙产业理论内涵的认识，就要特别着重掌握以下几个基本要点。

（一）沙产业是农业型产业，是未来农业

根据沙产业理论的阐述，沙产业是依靠生长在沙地上的沙生植物（主要是沙生灌木），利用太阳光辐射能量进行光合作用而生长，以提供生物物质，作为人们生活、生产资料的产业。沙产业的立业之本是沙地、沙生植物和阳光，就如同传统农业的立业之本是耕地、农作物和阳光一样。所以说，沙业和农业是同一类型的产业。这就使我们从理论上对沙产业的实质有了明确的概念，特别提醒我们要像农业重视农作物那样，十分重视沙生植物。农作物是农业的根本，沙生作物是沙产业的根本。既要重视自然野生的沙生植物枝干、果实的开发利用，更要重视人工种植沙生作物的开发利用。

当前，沙产业产品琳琊满目，用沙生植物深加工的食品、药品、保健品、饲料等等品种很多。当然现在所指的沙产业是包括沙生植物种植和沙生植物利用（直接利用或深加工利用）两大范畴，两者都应当重视，都应当抓好，但在现实工作中往往是重视利用而忽视种植。根据沙产业理论，我们应当树立正确的理念，对沙产业要有全面的认识，要摆清主次，不能只注意加工，因为沙生植物是前提、是基础，沙生植物的数量和质量直接影响到加工产品的数量和质量。我们要认识到沙产业是农业型产业，就必须高度重视品种选育、品种改良、科学种植等等，不断提高沙生植物的产量、质量和总体水平，不能只靠沙地上自然长什么就加工利用什么，要下大力量像农业抓粮食作物那样抓沙生植物，这样沙产业才有希望。

现在我国农业用地已到了极限，而我国可治理利用的沙漠和沙化土地至少有10多亿亩，将来沙产业得到真正的大发展，能为我们提供大量赖以生存的生活、生产资料（包括能源）时，这将是一笔巨大的财富，沙产业将起到难以估量的历史性作用。因此，钱老提出：沙产业实际上是未来农业，高科技农业，服务于未来世界的农业。他还提出：要看到沙区是新食品原料的开拓地。我们要提升沙产业的地位和作用，把沙产业当作农业来抓，当作未来农业来抓，在实

际工作中真正像抓农业那样去重视、支持沙产业，努力把沙产业做大做强。

（二）沙产业应当是知识密集型产业，高科技产业

这是沙产业理论的核心和根本点，也是沙产业本身的特点所决定的。我们是在生态环境脆弱、气候条件很不利的沙区，发展新兴的沙产业，条件差，困难大，没经验，这比其他行业更需要知识密集和科技支撑，否则沙产业就很难生存和发展。当前的实际情况就是这样，从总体来看沙产业还没有摆到应有的位置，离做大做强真正形成一个大产业还相差很远，究其原因除了思想认识上不到位外，最关键的就是沙产业知识密集度低，科技含量低，在科技创新上下功夫不够，科学技术上缺少重大突破。沙产业现在基本上还是处在传统的、粗放的发展阶段，与建设知识密集型、高科技沙产业的要求相比还有很大距离，只有从理论和实践上解决了这个问题，狠抓技术进步和科技创新，沙产业才能真正得到发展。

我们应当根据沙产业的特点来抓科技创新，要遵循钱老提出的"多采光，少用水，新技术，高效益"的沙产业技术路线，在实践中要以提高太阳光能利用率、光合作用效率、水的利用率，提高沙地生产力和产出率为中心进行技术攻关，开展研究和创新，不断提高整个沙产业的科技含量和技术水平。

抓沙产业科技创新要统筹安排，突出重点。前面已经提到，沙产业要得到良好的最终产品，当然后部加工利用的科学技术和经营管理都很重要，但是前部沙生植物是主体、是关键，抓科技创新也要贯彻这个思想。钱老说过，沙产业就是"用科学技术经营管理沙漠"，也是指的这个思想。现在沙产业所种植或利用的沙生植物，大多还是传统的品种和传统的种植方法，没有多少创新，这是制约沙产业跨越式发展的主要原因。如果我们能抓住重点，像农业研究杂交水稻和超级稻那样，找到一些在苛刻自然条件下，产量高、质量好、有前途的沙生作物品种，一旦取得突破，沙产业就会产生革命性的变化。如果通过创新或改良，培育出了远比现有品种生长快、生物量大、发热量高、专门作燃料用的沙生作物品种，这样就能把沙地生物质能源办成一个具有划时代意义的大产业。沙生作物在提供食物、饲料、药材等方面也是一样，如果在品种上取得重大突破，将会推动沙产业超常规的跨越式发展。

当今世界高新技术迅猛发展，日新月异，也为我们利用信息技术、生物工程、新材料等尖端技术解决沙产业的难题，包括培育、改良沙生植物新品种问题，创造了有利条件和广阔空间。1994 年和 1995 年钱老就指出：发展尖端技术的沙产业，也就是用现代生物科学的成就，再加上水利工程、材料技术、计算机自动控制等前沿高新技术，一定能够在沙漠、戈壁开发出高产的、历史上从未有过的大农业。

（三）沙产业是面向未来的新兴产业，将是第六次产业革命的内容

这是钱老关于沙产业理论的一个重要思想。对于这个超前的、战略性的构想，起初确实还有些认识不上去，主要是因为沙产业现在能给人们提供的生活、生产资料不像农业、林业、草业提供的那么直接，那么丰富，所占比例很小；还因为利用沙地与利用农地、林地、草地相比，干旱缺水，气候条件不利，困难大，成本高，缺乏吸引力；再加上现有农业用地勉强够种，还不到非利用沙地不可的地步。现在沙产业还没有摆上应有的地位，其重要意义还没有被充分认识，全社会尚未形成大力发展沙产业的氛围，因此对沙产业未来发展广阔前景的认识，就更受到了局限。

但是我们一定要用战略思维和长远眼光来看沙产业的发展，运用沙产业理论去解决对沙

产业认识不高、摆位不正的问题。要坚信沙产业是面向未来的产业，是大有希望的新兴产业、阳光产业，是不容置疑的必然趋势，这是由沙产业立业之本的阳光和沙地这两个基本自然要素所决定的，是我国经济社会长远发展客观实际需要所决定的。当前，我国农业用地已到了极限，再没有发展空间，为保住 18 亿亩耕地红线，国家投入大量物力、财力，想了许多办法。而从另一方面看，不算难以治理的戈壁和沙漠，仅是可治理利用的沙漠和沙化土地，就有 10 多亿亩。还要看到随着经济社会的发展，人口的增多，对生活、生产资料的需要是要大幅度增加的，为长远安全考虑也不能只依靠现有的有限农地。正如钱老以战略思维深刻指出的：我们要应对常规能源用完怎么办，18 亿亩耕地红线突破怎么办，中国"人口发展到 30 亿，要丰衣足食"怎么办。这就决定了沙产业是面向未来必须要大发展的产业。我们一定要以面向未来的战略眼光来抓沙产业，特别要狠抓科技创新，力争早日在沙生作物品种选育和种植上有所突破，使沙产业真正成为高科技农业，让沙地为我们提供大量经济适用的生活、生产资料，到那时才能真正体现出作为面向未来新兴产业的重要意义，才能证明沙产业不但是一笔巨大财富，是子孙后代宝贵的生存发展空间，更是经济社会持续发展的安全保障。

还有一个问题就是人们总是担心沙地干旱缺水，自然条件恶劣，生态环境脆弱，开发利用难度很大。但从另一方面看，沙漠沙地上阳光资源非常充沛，单位面积可利用阳光能量多，光合作用强，而且昼夜温差大，这是发展农业型沙产业得天独厚的有利条件，具有极大的开发利用价值。对这个问题也是要用辩证的眼光来认识的。

还要特别指出的是，发展沙产业是防沙、治沙、用沙的有机结合。钱老曾强调指出"防沙治沙也是沙产业"。在大面积沙地上种植沙生作物，生长植被，这是对沙漠和沙化土地有效的生态治理，对改善生活环境，保护农牧业生态安全，将起到不可估量的作用，具有巨大的生态效益。随着经济发展，社会进步，人们各方面的需求越来越高，未来对大面积有条件治理的沙漠和沙化土地，是一定要进行大规模治理的，这是大势所趋，是社会发展之必然。因此，无论从提供产品，还是从改善生态上来看，发展沙产业都势在必行。从经济效益、生态效益和社会效益的全面角度来看，兼具多种功能的沙产业，确实是面向未来的大有希望的产业。

钱老站在战略的高度，高瞻远瞩，以超前的思维提出把沙产业列为面向 21 世纪的第六次产业革命的内容之一，其思想内涵是十分丰富、非常深刻的，是有充分依据的，这使我们更加清楚地看到了沙产业的重要地位和广阔前景，更坚定了我们发展沙产业的信心。

三 运用沙产业理论观点，明确沙产业面临的形势、发展目标和主要任务

近年来，我国沙产业发展取得了很大成绩，开创了新的局面，但与经济社会发展的需要相比，与建设知识密集的高科技沙产业相比，还有很大差距，有不少问题需要认真加以解决。特别是对沙生植物的科技创新力度不够，工作跟不上，品种改良和培育上没有突破，制约了沙产业提高发展水平。今后只有在这方面取得突破，情况才会发生根本性变化，沙产业才能长足发展。

总体来看我国沙产业还处在发展的"初级阶段"，我们要深入贯彻落实科学发展观，运用钱老提出的沙产业理论观点，联系实际，认真总结经验，坚持好的做法，同时要找出存在问题，切

实加以解决，努力把我国沙产业发展提高到一个新水平。当然要解决的问题不少，但重点是两个方面。一是在思想上进一步提高认识，二是在工作上进一步明确发展方向。

首先要从长远的、战略的和全局的角度，提高对沙产业重要地位和作用的认识，摆上应有的位置，给予足够的重视。要充分认识发展沙产业的重要意义，要像抓农业那样抓沙业，动员全社会的力量，对发展沙产业给予更多的关心、支持和帮助，使沙产业有一个良好的发展环境。在沙区通过发展沙产业不但能改善生态环境，而且能为沙区人民脱贫致富创造有利条件，这充分体现了科学发展和以人为本的精神，是为民、利民、惠民的有力举措。我们要按照钱老提出的“沙漠增绿，农牧民增收，企业增效的良性循环”的总体要求，努力实现“沙地绿起来，沙业活起来，沙区人民富起来”的奋斗目标。

在解决了认识问题的基础上，在工作上要保持沙产业发展的良好势头，抓住机遇，明确今后的发展方向。抓沙产业发展必须坚持以科学发展为主题，以加快转变经济发展方式为主线。在实际工作中要抓住最关键的环节，最突出的重点，这就是要始终坚持把沙产业办成知识密集型、高科技产业这个大方向，这是沙产业的未来和希望。要始终把抓科技创新作为沙产业的生命线、作为沙产业的发展方向和根本出路，科技创新是今后抓沙产业发展的重中之重。科技创新是促进沙产业科学发展的必由之路，是转变沙产业发展方式的主要抓手，应当贯穿到沙产业的各个领域和沙产业发展的全过程，真正下力量抓出成效。

关于沙产业的发展方向和目标，以及相应的科技创新等各方面的主要任务，在下面两个题目中加以论述，提出一些看法与大家讨论。

四　沙产业发展的近期目标是实现良种化、集约化、规模化，初步建成高科技沙产业

沙产业在当前“初级阶段”水平的基础上，要通过科学发展和科技创新，不断提高知识密集程度和科学技术水平，实现新的跨越。到 2020 年前后，初步建成高科技沙产业，主要标志是实现沙产业良种化、集约化、规模化。

（一）实现沙生作物品种良种化

我们现在所说的沙产业，就是以利用沙生植物（主要是各种沙生灌木）为前提的产业。一是直接利用，如作能源燃料和工业造纸、人造板原料等；二是进行深加工加以利用，生产食品、药品、保健品等。这些沙生植物如沙柳、柠条、梭梭、沙棘、沙枣、甘草、麻黄、苁蓉、紫穗槐等等不下上百种之多，有的是自然野生的，有的是人工在沙地种植的。从品种上说，目前来看基本上还是自然继承的，很少有科技创新的。

沙产业发展的首要目标任务是实现沙生作物品种良种化。要尽快摆脱当前不重视沙生植物品种和品种落后的局面，这是制约沙产业发展的关键，抓科技创新实现良种化，是沙产业发展上水平的前提和基础。沙产业企业和生产者，无论产品是食品、药材、保健品、饲料或直接做工业原料、燃料，首先都要下力量围绕现在所种植或利用的沙生植物为中心，加强科学研究和技术攻关，创新和改良品种，通过选育优良品种和培育新品种，提高沙生植物的产量和质量（根据加工生产不同用途产品，质量分别指有效成份含量、品质指标、可利用性指标、燃烧热值等），

只有在良种化方面取得突破，沙产业才能真正提高水平。

(二)实现沙产业生产集约化

沙产业发展的另一个重要目标任务是实现生产集约化。在良种化的基础上，要努力把沙产业由粗放型发展转变到集约型发展，用高科技武装起来，提高整个行业的科学化水平。集约型发展主要体现在以下几个方面。一是对沙生植物要在科学选育品种，在良种化的基础上，实行科学种植、科学管理，以提高产量，提高质量。二是对沙生植物进行一般加工和深加工，都要采用先进的工艺技术，科学的生产流程，实行现代化加工，提高加工机械化和自动化水平，以提高最终加工产品的品种、质量和水平，使沙产业产品更加丰富多彩，更能满足人民群众日益增长的多方面需要。要逐步改变现有一些沙产业企业作坊式、粗放加工的状况，建设现代化加工企业。三是沙产业企业和生产者，对沙产业的各个生产过程，包括沙生植物的种植，沙生植物直接利用或者深加工，都要加强生产技术管理和企业经营管理，提高科学管理水平，做到向管理要产量、向管理要质量、向管理要效益。

(三)实现产业经营规模化

沙产业发展还要实现经营规模化。应当尽快改变多数沙产业企业规模较小，而且分散的现状，只有达到一定的种植规模和加工利用规模，才能有利于推广使用良种，采用先进加工技术，提高经营管理水平，取得良好经济效益。经营规模化主要包括三个方面：一是单个企业规模不能小而散，要达到一个合理的种植规模和加工规模，可以通过扩建、改造、联合、整合等方式逐步加以实现；二是企业之间根据产品生产和经营特点，实行产业链联合，发展循环经济，提倡发挥各自特点进行分工协作；三是在行业内抓重点带一般，实行“龙头”企业带动，做到全面发展，全行业总体上要达到相当大的规模。

五　沙产业发展的远期目标设想是在沙地生物质新能源方面取得重大突破，建设“沙地煤田”和“沙地油田”

根据钱老提出沙产业是第六次产业革命内容的宏伟设想，以及钱老提出把沙漠戈壁变成“地面油田”的理念，来规划沙产业发展的远期目标和发展方向。当然在实现远景目标设想的过程中，要做到沙产业的可持续发展，不断巩固近期发展目标取得的成果，进一步提高沙产业的良种化、集约化、规模化水平，由初步建成进而做到基本建成高科技沙产业。与此同时，为适应世界经济发展和能源转换的潮流，以及应对气候变化和节能减排的需要，在前述近期发展目标的基础上，从长远看应当充分利用阳光和沙地的特点和优势，大力发展沙地生物质能源，把沙产业办成新兴的“沙地新能源”产业，大量生产替代煤炭和替代石油的能源。以沙生植物作为新能源，是可再生能源、生物质能源，也是低排放的清洁能源。对“沙地新能源”概念提出两个形象的发展战略目标设想，就是建设“沙地煤田”和“沙地油田”。

(一)建设“沙地煤田”

首先是利用充足的沙地资源和阳光资源，大面积种植通过科技创新培育或者选育出来的

高产量、高热值的沙生植物(主要是沙生灌木)新品种,也包括转基因技术新品种,在广袤的沙地上生长出高产优质的生物质,作为生物质能源。这些沙生植物生物质,可以通过粉碎、削片、成型等过程后直接燃烧作燃料,也可以作制造燃气的原料或代替煤炭用作发电燃料。当然现在已经有沙区电厂用一些沙生灌木作发电燃料,但这仍属于“初级阶段”的传统性生产,因为现有的沙柳等沙生灌木隔 2～4 年进行平茬复状时,收获的生物量很低,只相当于每亩沙地每年产出数百公斤抚育下来的生物质,数量少,经济效益差,显然是低水平的。我们的目标是:通过品种创新,每亩沙地每年相当于产出数吨生物质,能代替相当数量的煤炭,这时才有真正的价值,沙产业才能算是达到了知识密集、高科技的“沙地煤田”的要求。

(二)建设“沙地油田”

一是指利用通过科技创新培育出来的沙生植物新品种,在沙地上生产出高产、优质的生物质,利用这些生物质原料,发展沙生植物纤维素经转化、糖化、酸酵等过程制乙醇的生产,用乙醇来代替石油产品。二是指利用充足的沙地和阳光资源,用通过科技创新培育出来的可以提炼燃油的沙生植物新品种(包括转基因新品种),生长出丰富的原料,用于提炼燃油以代替石油产品。目前这方面在国外虽有初步研究,但基本上还是空白。对此,钱老早在 1984 年 12 月就预见性地阐明以下观点:一是从科学视角出发,具有充沛阳光资源的沙漠、戈壁是可以发展成为农业型产业空间的;二是当前广袤的沙漠戈壁上阳光资源的潜力远未开发利用;三是沙产业研究还是空白,真正做到沙产业大发展还有待时日。他认为,当沙漠戈壁成了取之不竭的“地面油田”时,才是沙产业“真正大发展”。这里钱老所说的“地面油田”,就是指在沙漠戈壁上生长出大量的可以用来提炼燃油的沙生植物。

由此可以看出,沙产业发展的远期目标设想,是在近期目标的基础上,继续坚持不断提高加工技术水平和经营管理水平,不断提高沙产业产品品种、性能、质量和效益的同时,最重要的就是在沙生植物品种上有所突破,从而实现沙产业的突破,促进沙产业的真正大发展。

通过学习钱老关于沙产业理论的阐述,我们要充分认识到,要把沙产业办成农业型产业、知识密集型的高科技产业、面向未来的新兴产业和未来农业。当前沙产业发展还处在“初级阶段”,发展沙产业任重道远,当前的首要任务是抓好技术进步和科技创新。

发展沙产业要十分重视沙生植物(沙生作物),要利用高新技术进行品种的选育改良和培育创新,这是发展沙产业的前提和基础,要真正下大力量超前进行沙生植物品种研究并取得突破。

发展沙产业要加快转变发展方式,高度重视在沙生植物的育种、种植、利用、加工、经营全过程中,都要采用先进科学技术和科学管理,实现良种化、集约化、规模化,建设高科技的现代化沙产业。

发展沙产业要以长远的、战略的眼光,充分认识沙产业在国民经济和社会发展中的重要地位作用和广阔前景,努力做到沙产业科技创新取得重大突破和划时代发展,实现远景目标设想,真正把沙产业做大做强。

要面向未来,超前谋划,抓住机遇,科学发展。动员全社会力量都来重视、关心、支持沙产业,使沙产业发展不断攀登新水平,为促进我国经济社会发展,为实现“沙区绿起来,沙业活起来,沙区人民富起来”的目标,做出更大贡献。

作者简介：

高德占，男，1932年8月出生，山西省栖霞县人，大连工学院（现大连理工大学）化工系毕业，教授级高级工程师。曾任吉林省委副书记、省长，国家林业部部长、党组书记，天津市委书记。第九届全国人大常委会委员，农业与农村委员会主任。现任中国林学会名誉理事长、中国绿化基金会顾问、中国治沙暨沙业学会名誉理事长等职。

前瞻性的思考：中国"第六次产业革命"

董智勇　谢联辉



纪念"十全"科学泰斗、人民科学家钱学森

2009年10月31日8时6分，享誉海内外的杰出科学家、我国航天事业奠基人、"人民科学家"钱学森同志安详地走了。国家和人们的悼念活动，久久地持续着。因为半个多世纪来，这位共产主义战士的爱国心、民族心，感动和激励了中国几代人；因为这位享年98岁的科学家、战略家用尽心血，在党的领导下与"战友们"一起开创的"两弹一星"事业，为建立中国"天军"奠定了基础；因为他在职期间以深湛的学识和超凡的智慧，在应用力学、喷气推进与航天技术、工程控制论、物理力学、系统工程、系统科学、思维科学、人体科学、科学技术体系与马克思主义哲学等九个领域，做出了卓越的贡献。

然而，人们却对钱老在"古稀之年"退居第二线后，又倾注二十多年时间，倡导中国"第六次产业革命"的思考和探索，知之较少，或缺乏系统的了解。现在事实已经表明，钱学森是一位包括开创"第六次产业革命"思想在内的"十大"科学领域，做出巨大贡献的泰斗。今天，我们这些追随钱老"第六次产业革命"思想的实践者，在我国现代化进入"又一个攸关未来路口"，就钱老构建"农业型产业"的思想基础及发展趋势，作一简要概述，以表达对"人民科学家"钱学森同志的深切怀念。

构建"农业型产业"的思想基础

上世纪80年代初，担任国防科工委科技委副主任的"人民科学家"钱学森退居第二线后，基于自己对地球表层客体的深刻认识，针对20世纪70年代相继两次发生能源危机引发的世界学术界争辩，用他组织我国航天事业"处理开放的复杂巨系统的方法"，分析了中国未来经济、社会中至关紧要的能源、人口、资源、环境等发展趋势，于1984年5月以《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》为题，在中国农业科学院科技委员会的一次会议上，发表了近万言的长篇讲话，提出了全新的"农业型的产业"概念。这也是钱老直面当时学术界争论的有关中国"能源"、"粮食"两大难点，提出来的"破解"新思路。

钱老在讲话时一开始就说："我在这里提出这样一个词，叫农业型的产业，是什么意思？农

业型的产业是指像传统农业那样，以太阳为直接能源，靠地面上植物的光合作用来进行产品生产的体系。太阳光是一个强大的能源，在我国的地面上，每平方厘米每年就有 120～200 大卡的能量，也就是每亩地上每年接受的太阳光能量相当于 114～190 吨标准煤！农业型的产业就有这个得天独厚的优势。”[1]

接着，钱老就我国传统农业转化太阳能的现状作了分析。他说：由于限于水和肥料的供应，限于光合作用所必须的二氧化碳在大气中的浓度，限于植物本身的能力，巨大太阳能只有小部分转变为植物产品。这个比例不到百分之一，常常只有千分之一。就是变成植物产品了，人也不能全部直接利用。就以粮食作物来说，籽实在干产品中还占不到一半，其他 60%是秸秆，而且往往把秸秆烧了。

钱老根据传统农业转化太阳能的实际和生物质利用的现状，倡导的“农业型产业”具有以下鲜明的优势：

首先，这种“产业”是把发展谋略定位在利用植物提高太阳能的转化效率上，以单位受光面积最大限度固定太阳能，作为农事活动的最高目标。[2]

其次，把运用“知识密集”的现代化新技术和新技术革命的成果，作为发展农业型产业的内核。主张走出传统，跨行业、跨领域地运用物理的、化学的科学原理，信息革命的成果，新工艺、新材料、新技术，创造植物光合作用的条件，最大限度地利用太阳能。[3]

第三，把提高农业型产业效益的途径锁定为：在利用现代化新技术加工生物质的过程中，尽量插入中间环节，充分开发中间环节的有用产品[4]，包括植物的叶、杆、皮、果、花、汁和相关的动物、微生物等，组织成“一道一道工序配合得很紧密的流水线式的生产”，形成高效的综合、循环生产体系，把单一以籽实作为效益点的粗放传统农业生产方式，转变到以市场机制为导向、以密集型知识为依托的规模化循环产业轨道上来。[5]

第四，主张在现有的 16 亿亩农耕区（这是钱老上世纪 80 年代统计的数据）创建农产业的同时，还要把可以直接“转化太阳光能”的地表，扩展到全国 45 亿亩林地、43 亿亩草原、16 亿亩沙漠戈壁、近 70 亿亩近海和浅海滩涂，利用我国极其丰富的、得天独厚的生物资源，创建新型的林产业、草产业、海产业、沙产业[6]，不仅瞄准具有战略意义的高分子新材料、生物新能源和生物药业资源、生物饲料资源，创建一种生产人们生活必须的粮、油、肉、蛋、奶、棉、丝、胶、茶、药等绿色有机产品的新模式，而且还要在重构中国绿色生态环境的同时，把新型五大农产业的产值提升到占国民经济总产值的相当比例，把农业型产业，建设成中国经济发展中最为坚实的基石、稳定民生的强有力基础，要在 960 万平方公里的中华大地上，走出一条加速发展的可再生物质资料产业化的新路。

此外，在开发农业型知识密集产业过程中，还有一项非常重要，但人们还不很重视、不大认识的科学技术，这就是系统工程，组织管理复杂体系的技术，用到农业生产。钱老说：“农业系统工程用到今天的农业，虽有一定的作用，不容轻视，但因为现在的农业还没有组织得那么严密，农业系统工程还不能充分显示它的威力。也因此，一旦农业系统工程用到知识密集的农业产业、林业产业、草业产业、海业产业、沙业产业就能大显身手，不但在体系的组织，而且在日常生产调度上，都会显示其威力。”[7]

钱老认为：“人改造客观世界在技术上有大的进步、大的变革，叫技术革命；”“人认识客观事物进程有飞跃的时候，这个叫科学革命；”“有了科学革命，有了技术革命，最后它直接作用到生产，就会引起生产关系、生产结构的变化。当这种变化从量变到质变，有了飞跃，这个时候就

出现了产业革命。”[8]

在讲话结束时，钱老还就世界产业革命的时序作了明确的表述：“大约1万年前在中国出现的农牧业生产是世界历史上的第一次产业革命；大约3000年前在中国出现的商品生产是世界历史上的第二次产业革命；18世纪末、19世纪初英国出现的大工业生产是世界历史上的第三次产业革命；19世纪末、20世纪初在西方发达国家兴起的国家和国际产业组织体系是世界历史上的第四次产业革命；而现在由于新的技术革命所引起的世界范围的生产变革是世界历史上的第五次产业革命。五次产业革命！那么创立农业型的知识密集产业所将引起的生产体系和经济结构的变革，不是21世纪将要在社会主义中国出现的第六次产业革命吗？这难道不是一个值得我们深思的严肃问题吗？”“这难道不是翻天覆地的变化吗？这难道不是我国在公元2000年翻两番之后，在21世纪再进一步建设中国式的社会主义，向共产主义迈进吗？”[9]

钱老为了传播“第六次产业革命”思想，首先从宣传抓起，从树立五大农产业中的“小弟弟”——“沙产业”理念起步。1989年10月12日，时任中国科协主席的钱学森写信给刚刚调任到中国科协任书记处书记的沙漠治理专家、原甘肃省副省长刘恕同志，要求她写一篇“建设社会主义中国沙业的论文”[10]；1993年2月17日，在刘恕的亲自策划和组织、时任《人民日报》科教部科技组组长谢联辉的密切配合下，在《人民日报》上隆重推出了《建立沙产业的思考——钱学森致刘恕信件摘录》，并开办“治沙工程与沙业展望”栏目，先后刊登了访中国科协书记处书记刘恕的《用另一种思维认识沙漠》(人民日报. 1993年2月24日)、访中国治沙暨沙业学会理事长董智勇的《治沙需要科学和智慧》(人民日报. 1993年3月8日)等系列报道，引起国内外强烈反响。一位印尼华侨为表示对“钱学森沙产业”的支持，捐款30万港元[11]。

1993年12月6日，钱老邀请刘恕、董智勇、谢联辉以及涂元季(钱老秘书)、朱雪芬(刘恕秘书)一起到办公室座谈。钱老在座谈时，介绍了自己的“第六次产业革命构想”，同时指出“对中国威胁最大的是森林少，土地沙漠化”[12]。座谈时钱老同意大家提出的成立“促进沙产业发展基金筹备组”的建议。1994年9月27日，钱老用印尼华侨捐赠的30万港元和自己获得的100万港元奖金，正式成立起以刘恕为主任、董智勇为副主任、朱雪芬为秘书的“中国科学技术发展基金会促进沙产业基金”。[13]这是一个“知识密集型农产业”的工作平台，以这个平台为节点不断集结的无私奉献的志士，承担着钱老的重托。

紧紧把握21世纪产业革命发展趋势

在上世纪90年代中、后期世界各地掀起的“跨世纪”、“迎千年”活动中，各国学术界就未来社会发展趋势又展开了新一轮的探讨。

1995年1月，钱学森等专家学者向中央领导同志呈送的“进言”，对21世纪经济与社会的发展趋势作了深湛的阐述。钱老说：“可以预料，在即将到来的21世纪，由于信息技术、生物工程和医学、人体科学的发展，将导致相继并在一定时间段重叠出现的人类历史上三次新的产业革命，这三次新的产业革命结合在一起，将开创人类社会生产力创新发展的新阶段，它必将引起经济的社会形态的飞跃发展，同时还要引起政治的和意识的社会形态的变革。”[14]

钱老对相继重叠的“三次新的产业革命”作了如下概述：

钱老把当时面临的“以微电子、信息技术为基础，以计算机、网络和通信等为核心的信息革命”，[15]称为“第五次产业革命”。

“以微生物、酶、细胞、基因为代表的生物工程，到21世纪将发展为以动植物工程、药物和疫苗、蛋白质工程、细胞融合、基因重组等为核心的生物工程产业，它的产业化将创造出高效益的生物物质，从而引发一次新的产业革命。这次产业革命的实质是以太阳光为能源，利用生物(动物、植物、菌类)、水和大气，通过农、林、草、畜、禽、菌、药、鱼，加上工、贸等，形成新的知识密集型产业”，这就是包括农产业、林产业、草产业、海产业、沙产业在内的“大农业产业”。[16]钱老把这种新的农业型五大产业，称为“第六次产业革命”。

“人体科学(包括医学、生命科学等)在21世纪将有巨大发展。人体功能的提高，将使生产力三要素中最重要、最活跃的劳动力素质大大提高，其影响将渗透到各行业，这无疑又将引发一次新的产业革命。”[17]钱老把这场将引发的革命，称为“第七次产业革命”。

回顾我国改革开放30年的进程已经证明：在抓紧积极“补好第四次产业革命课”的同时，紧跟世界第五次产业革命发展趋势，已经谱写出中华民族顽强奋进的壮丽史诗——1978年曾一度经济濒于崩溃边缘的中国，到2009年经济总量跃至世界前几名、世界银行成员国排序我国在债权国中“排行老三”、进出口总额位居世界第二。

钱老预言：在21世纪还将继续飞速发展的第五次产业革命，不仅在改变着人们的生产方式和工作方式、大大提高物质生产力方面发挥作用，还将推动思维科学的发展，改变着人们的研究方式、学习方式、生活方式和娱乐方式，这是一次旨在“最终消灭人类历史上形成的体力劳动和脑力劳动的差别”的产业革命；[18]而与第五次产业革命叠现的第六次产业革命，“主要不是发生在大城市，而是发生在农村、山村、渔村和边远荒漠地带”，这是一次旨在“消灭几千年来人类历史上形成的城市和乡村的差别”的产业革命，[19]它将开创“工农业生产发展的新途径”，为人类解决当今所面临的食物、健康、能源、资源和环境等一系列重大问题提供强有力的技术手段；[20]第五、第六两次产业革命的相辅相成，必然为“涉及人民体质建设”的第七次产业革命奠定基础。

1995年2月27日《人民日报》(科学园地版)发表了记者谢联辉的两篇访谈。一篇是钱学森同志从“奋斗一百年建立沙产业”、“要有适合机制的组织”、“沙区是新食品原料的开拓地”三个方面，谈《建立新机制发展沙产业》的新思想；一篇是刘恕同志谈《跨世纪的沙区开发工程》。接着，刘恕、李建树、田裕钊、谢联辉、徐国昌、申元村署名，于1995年9月提出了《关于发展沙产业振兴大西北的建议书》，刊登在《人民日报》11月编印的《情况汇编》。[21]

1995年9月，曾任中共中央政治局常委的宋平同志，听取了刘恕同志有关钱学森沙产业理论的介绍后说：“钱老是大科学家，了不起的科学家，对中国人民有杰出的贡献。钱老思考的事都是大事，是重要的事。”[22]1995年11月，宋平在甘肃省视察“沙产业”示范基地时强调：“要辩证地看待(沙漠干旱区)优势和劣势，要利用现代科学技术，发挥阳光充沛的优势，克服缺水的劣势，积极开发沙产业。沙产业是在沙漠干旱地区利用现代科学技术，充分利用阳光优势，实行节水、节能、节肥、高效的大农业型产业。”并指出，“甘肃要脱贫，要缩小东西部的差距，发展农业型的沙产业应是一条好的路子。因为这里发展沙产业的条件比较好，所以我们要坚决走这条路子。”[23]

温家宝同志1995年11月9日在一个文件批示：“钱学森同志和宋老(宋平)提出，在我国西部戈壁沙漠发展沙产业，这些重要的理论和意见值得重视。一些地区的成功实践充分说明，办好这件事不仅有经济意义，而且有社会和生态意义。”[24]

1995年11月9日，时任国务院副总理的姜春云给有关部门批示：“这项产业(沙产业)的

开发应予支持”；接着又在11月《人民日报·情况汇编》连续刊发的两期内参“关于发展沙产业振兴大西北的建议书”——《河西走廊绿洲农业显出勃勃生机》、《选准缩小东西部经济差距的突破口》上批示：“两份材料所载专家关于沙产业开发建议值得重视，如能由点到面搞起来，意义重大，应予扶持。”[25] 1997年3月，姜春云又在农业发展银行关于支持沙产业建议书上批示：“抓得好，支持沙产业意义重大，也大有可为，应加大工作力度，以取得更大成效。”[26]

胡锦涛总书记2008年1月19日看望钱学森时说：“前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好，沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有了明显提高。钱老，您的设想正在变成现实。”[27]

参考文献：

[1],[4]～[7],[9] 刘恕. 沙产业概述——沙产业系列论文集之四. 北京：中国环境科学出版社，2001.

[2],[3] 北京大学现代科学与哲学研究中心. 钱学森与现代科学技术. 北京：人民出版社，2001.

[8],[10],[11],[13],[21],[26] 刘恕，田裕钊，朱雪芬. 促进沙产业发展基金1994—2004. 北京：中国环境科学出版社，2005.

[12] 刘恕. 纪念钱学森建立沙产业理论十周年文集. 北京：中国科学技术出版社，1995：10.

[14]～[20] 钱学森. 创建系统学. 太原：山西科学技术出版社，2001.

[27] 人民日报，2008-1-20(1).

作者简介：

董智勇，男，1927年出生，河北省滦县人，毕业于东北农学院林学系，教授级高级工程师。1954年调林业部工作，长期从事森林经营和林业政策研究。1983年主持“抢救大熊猫工作”，第四届世界自然资源保护大会授予中华人民共和国林业部“自然资源保护领导奖”，大会主席致函董智勇，盛赞他在实际工作中做出的重要贡献。曾被聘为国务院环境保护委员会科技顾问，任宋庆龄基金会野生生物保护基金管理委员会主任、第七届中国林学会理事长、中国治沙暨沙业学会理事长、中国科学技术基金会（钱学森）促进沙产业基金副主任等职。

谢联辉，男，1944年出生，江西省南昌市人，高级记者。曾任《人民日报》原科教部版面主编、科技组组长。1992年林业部授予“绿色长城”奖章；1993年全国绿化委员会授予“全国绿化”奖章；2002年被中华全国新闻工作者协会评选为“全国百佳新闻工作者”。1994年，钱学森同志创建“中国科学技术发展基金会促进沙产业基金”后，担任“促进沙产业基金执行理事”。1996年5月从《人民日报》调《中华老年报》任总编辑、后任《中国老年报》副总编辑。现任中国老教授协会常务理事、国杰老教授科学技术咨询开发研究院林业咨询开发研究部副主任。

学习钱学森宏观学术思想 推进中国草产业科学发展

农业部原副部长　洪绂曾



今年是伟大的科学家钱学森先生百岁诞辰，最近有幸拜读《钱学森论沙产业、草产业、林产业》一书，学习钱老第六次产业革命思想和理论，受益良多。他不仅是航天科学家，也可称为宏观经济、宏观社会学家，他是“原子弹、氢弹之父”作出杰出贡献，而他的宏观思维也可视为国家珍贵的思想宝库。

一　钱老的第六次产业革命思想，宏观上助推农业结构的转型与升级

钱老把刀耕火种的奴隶社会、商品交换的封建社会、机械动力的资本主义社会、产业集团和垄断资本的帝国主义格局分别称为第1～4次产业革命，当今电子科学导致的信息社会是第五次产业革命。他预见在21世纪后期在中国出现第六次即农业型的产业革命。这里所指产业革命不同于科学、技术革命，它是以科技为动力的社会性革命。当今在经济发展到一定程度，在中国乃至全球生活中第一个人民关注的问题，是食品供给和安全。尽管GDP统计的传统种养业比重越来越小，但以农业为基础的二、三产业发展价值则不断增大。所谓食品安全，实质上主要是农产品安全。从这个现实来看，钱老第六次产业革命思想也是符合发展规律和有客观迫切需求的。

钱老所谓第六次产业革命的思想有两个重要立足点，一是立足于中国的博大农业资源。他在强调18亿亩以粮食为主的耕地外，还关注45亿亩林地，43亿亩草原加13亿亩草山草坡，22亿亩近海滩涂和16亿亩沙化和沙漠土地。因此建立农业型(我理解即生物型)的农、林、草、海、沙五大产业的基础是与传统农业观不同的“现代大农业”；二是立足于以系统论为基础的产业化链式农业，不仅产供销、贸工农一体化，而且包括生产、精深加工、经营、科教和管理的综合性大产业，是不同于以种养业为主的传统农业而称为“工业化的新农业”。钱老的这一思想在客观上，实际上指导着当今农业结构调整和发展方式的转变。它呼吁了在已进入工业化中、后期的中国要重视农业，从广度和深度上开发农业。当前我们的农业正在向第二、三产业渗透、延伸和转化；我们正在力求保护各种农业资源的基础上探求开发利用的途径，实现资源循环利用和可持续发展；我们正在以先进技术和装备逐步武装，使农业型的各种产业、产品

达到高产、优质、高效、生态和安全，从而以丰富的产品改善民生、发展经济、促进社会的公正与和谐；我们正在提倡绿色发展和生物农业，正如钱老就是着眼于日光能的利用，通过生物转化为人类提供安全、优质的食品和产品。

二 钱老的产业化思想，催生了中国草业的兴起

上世纪 80 年代起钱老对中国草业发表了重要论述，提出一系列观点，从而以“立草为业”指出了明确方向。这不但激励了草业界，振奋了草业科技、教育、行政管理和草企业等多个领域，而且教育了草业界影响着全社会：40 多亿亩的草原总共约 60 亿亩的草地是国家的重要资源，要发挥它的功能，做好这篇大文章、挖掘潜力为人民谋福是崇高的责任。在“立草为业”的方针指导下，从建立第一个草业学院、专业到现在全国绝大多数省、市、区建立了草业专业，几十所院校建立了草业学科博士、硕士点，培养了大批精英人才，扩大了草业队伍，提升了队伍素质；国家和地方普遍设立了草业科研机构，承担的科研项目不断增加，从一般项目到 863、948、973 乃至自然科学基金和草业产业技术体系等等投入科研经费成百倍增加，科研成果不断提升，也通过合作提高中国草业科学在国际的地位；草业行政管理也不断加强，国家政策支持力度空前扩大。仅仅去年和今年两年，国务院常务会议根据农业部建议先后做出《建立草原生态保护补助奖励机制促进牧民增收》和《加快我国牧区发展的若干意见》两个决定，投入巨额资金。在温家宝总理的重视下，农业部、财政部已确定要投资加快优质苜蓿的发展以保障奶业健康发展。现在国家和地方每年对草业投入相当于过去几十年总和；此外还建立草原监理中心加强法制建设与执法监督；大批草企业和涉草企业正在兴起，在不同的方向显示出一定实力。更重要的是国家已经把草业的生态屏障功能，增加供给保障民生的功能，边疆和社会稳定保障安全和谐的功能乃至草原文化和新兴休闲产业功能等都已纳入了国家社会经济发展的视野之中，草业在国家全局有了相应稳定的地位。

当然就钱老草产业发展前景而言，这些只是奠定了基础，中国的草业只不过刚刚兴起。按照第六次产业革命思想，草业与草产业有不同内涵。真正的草产业是以草原、草地为基础综合其他种植、养殖、深加工、营销流通的大产业。这为我们提出方向，但同时也要看到这要经过经济的改组、体制的调整，要以系统论观点和方法建立农业型（或者说生物型）的草产业将是长期的任务，是相当长的过程，这也许就是钱老预言到 21 世纪后期才能实现的原因。

三 钱老一生的身教言教树立了科学家的光辉典范

我们都知道钱学森先生是一位爱国、爱民的伟大科学家。为了祖国的建设和强大，他克服了重重困难摆脱异国他乡的羁绊，毅然放弃优厚的待遇。他热爱人民、忠诚于自己的政治信仰。他在 1986 年一封通讯中说：“现在许多人名为议论‘方法’，实质是反对马克思主义的立场与观点，想推翻马克思主义哲学，对此我坚决不能同意。”同年在另一篇通讯中又说：“我们现在迫切要回答的是中国式社会主义建设的问题，真是‘心急如火’。”这都充分说明钱老爱国敬业的高尚情怀。钱老是一位博学睿智的科学家，他不仅精通航天，而且涉猎并通晓许多领域，因此他的思维有高度战略性、全局性和科学前瞻性。他不但详尽构想了第六次产业革命蓝图，还预见到“以人民身体的智力提高为基础的第七次革命和还有可能将来以分子水平设计结构为

基础的第八次产业革命”，这些假设和科学预见是建筑在他对社会与科学发展规律的把握上的。有一个例子，他在1991年就提出草业科学将与农业、林业科学并列，而在2009年国家已确定在教育系列中草业和农业、林业并列为一级学科实现钱老的预言；钱老虽忙碌于领导航天事业并在政治、军事、科学等方面担负重任，但仅从《钱学森论沙产业、草产业、林产业》一书所搜集到除了他的论文和讲演外，长达25年的期间他在沙、草、林几个领域就和著名科学家刘恕、任继周以及当时主管草业行政的李毓堂等一大批代表人物和各界人士书面通信达408封之多。这些通信中既有指导又有商榷，既有鼓励也有批评。在1998年他听到有人认为我国吃肉不能靠草原，他直截了当地称：“说这话的人目光短浅，看不到现代科技的伟大威力，草原就不能进入良性循环吗?”但是更多的是一贯用谦逊的口吻、平等的态度对待认识与不认识的信访者，常常自称不是这方面的科学家，拒绝参加一些专业性会议，不作讲话，不当顾问，但同时他又力所能及地推荐他人帮助解决大家所要求、所需要解决的问题。总之钱老伟大科学家的一生，值得我们敬仰，值得我们永远学习。

（纪念钱学森同志诞辰100周年学术论坛上的讲话　甘肃兰州）

作者简介：

洪绂曾，男，1932年8月出生，安徽省泾县人，1949年考入复旦大学农学院学习，1953年毕业于沈阳农学院农学系。

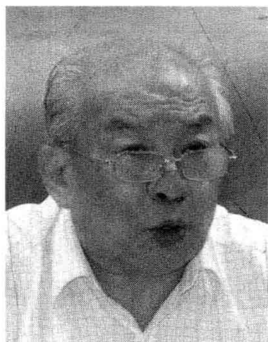
1989—1997年任农业部副部长。曾任九三学社第九、十、十一届中央委员会副主席，九三学社第九届北京市委员会主任委员。第七届全国政协委员，第八届全国人大代表，第九届全国人大常委、全国人大农业与农村委员会副主任，第十一届北京市人大副主任。第十届全国政协常委、全国政协经济委员会副主任。中国农学会会长、中国草学会理事长。

现任中国农业专家咨询团主任委员、中国农学会名誉会长，中国草学会名誉理事长，中国可持续发展研究会名誉理事长，中国教育发展战略学会农村教育专业委员会主任委员。

长期从事宏观战略、草业科学、草原生态保护的科学研究，并取得多项科研成果。

发展草产业是实现草原生态良性循环的必由之路

夏　日



2011年6月1日国务院下发的《国务院关于促进牧区又好又快发展的若干意见》中指出："目前我国牧区主要包括13个省（区）的268个牧区半牧区县（旗市），牧区面积占全国国土面积的40%以上。草原是我国面积最大的陆地生态系统，牧区是主要江河的发源地和水源涵养区，生态地位十分重要。草原畜牧业是牧区经济发展的基础产业，是牧民收入的主要来源，是全国畜牧业的重要组成部分。""改革开放特别是实施西部大开发战略以来，牧区生态建设大规模展开、草原畜牧业发展方式逐步转变，基础设施建设步伐加快，牧民生活水平显著提高，城乡面貌发生可喜变化，牧区发展已经站在新的历史起点上。同时必须清醒地看到，草原生态总体恶化趋势尚未根本遏制，草原畜牧业粗放型增长方式难以为继，牧区基础设施建设和社会事业发展欠账较多，牧民生活水平的提高普遍滞后于农区，牧区仍然是我国全面建设小康社会的难点。由于自然、地理、历史等原因，牧区发展仍然面临不少特殊的困难和问题，欠发达地区的状况仍然没有根本改变，已成为经济社会发展的薄弱环节。""草原既是牧业发展重要的生产资料，又承载着重要的生态功能。长期以来，受农畜产品绝对短缺时期优先发展生产的影响，强调草原的生产功能，忽视草原的生态功能，由此造成草原生态长期超载过牧和人畜草关系持续失衡，这是导致草原难以走出恶性循环的根本原因。"

2011年8月10日张毅先生在人民日报刊发《大美草原新抉择》一文中指出：2000年～2009年"草原生态持续恶化，全国约90%的天然草原不同程度退化，川北高原若尔盖草原沙漠化草地面积已达70万亩，并且每年仍在以10%的速度递增。青海玉树整个草场水土流失面积达46%，沙化面积每年以7.8万亩的速度在扩大"。草原退化、草原生态恶化除了草原畜牧业本身原因以外，还有沙化、盐碱化的助推作用。一是沙化。我国在解放初踏查认定的60亿亩草原已经有十多亿亩变成沙漠化土地，而且还在继续着。从较长的时间看，现在我国的四大沙地就是由草原退化形成的，还有沙漠周边的扩张，埋压了不少草原。二是盐碱化。由于降水减少，北方的二分之一以上的湖泊干涸，其中多数成为盐碱地，有少量水的一些湖泊，盐碱浓度提高，使周围草地盐碱化。过去不少的湿地变为盐碱化土地。下面就草原生态恶化的原因及草原畜牧业的出路问题谈谈个人意见。

一 草原生态恶化是传统草原畜牧业生产经营方式的必然

所谓传统草原畜牧业生产经营方式，简单讲就是指：一家一户的牧民，在天然草原自然生长的草地上依靠放牧经营牲畜的一种畜牧业生产经营方式。草原畜牧业从游牧发展到定居定点放牧后，虽然逐步有了棚圈，有了一定的补饲和放牧的范围限制，但其依靠在自然草场上放牧的畜牧业生产基本方式和特征没有根本改变。

1. 靠天放牧的传统生产经营方式是造成草原生态恶化的内在原因。传统的放牧方式把牧民对草原的依赖程度提到了极限，过度的依赖天然草场，使得草场的退化成为必然。

我们把草原畜牧业经营的物质基础——草原的生产和农业的粮食生产做一简单比较，就不难看出草原畜牧业的诸多先天不足（见下表）。

农业生产与草原生产对比一览表

主要要素 \ 类别	内　容	农业生产（粮食生产）	牧业生产（草的生产）
生产方式	耕作方式	人工耕种	自然生长
生产要素	土　壤	经过培育，有机质含量高，可无土栽培	未经培育，有机质含量低，没法搞无土栽培
	水	可选择有水源的土地，可以人为灌溉，既靠降水，又可人为补充	无选择余地，条件复杂，基本无灌溉，只靠降水
	肥	可人工施肥，可不断生产新的高效肥料，可按需施肥	只靠动物粪便及植被根茎腐烂补充，无人工施肥
	温　度	可基本人为掌握节令耕种收割	没办法
	劳动力	充足。人工培育耕地，可全过程使用机械	劳力不足、无人工培育，基本无条件使用机械
	资金投入	可按需要和可能不断投入	有需要，没条件投入
	科　技	凡有人为因素参与的环节都可运用无限的新科技，灌溉、施肥、良种、土壤培育等	无人为因素参与的全自然型，无法运用更多的新科技
	机　械	可在全过程使用机械，可形成自动化	几乎无用机械之处
	保护措施	运用不同的保护措施防灾防践踏等破坏	可建网围栏
	防　风	可营造防护林	无防风措施
	防有害物	除害草	可除，无劳力铲除
	松　土	可松土	无法松土
	防病虫害	不易发生、人工防治	很易发生、人工防治
	生长期	生长到全部成熟	茎叶出土就可被牲畜采食，可轮牧、休牧，但难落实

表中共选14项与植物生长有密切关系的要素。粮食生产可全部人工补充而且运用程度可随科技发展无限优化，运用范围可随着投入增加把新科技运用扩大到全部农业生产及生产全过程。而传统草原畜牧业经济中的草的生产，却有8项全依赖自然条件，有3项可以增加人

力干预，但困难较大。

从14项要素对比中分析两者的特点，其结果是：

（1）粮食生产的生产者是人，是人工种植，14项全部可以人工干预，并且随着科学技术的进步，人对植物生长过程的干预主动权越来越大，从植物品种选择培育到灌溉施肥、除草松土都可以人为干预，由人主宰为植物生长提供最佳条件；而传统草业的生产者是自然界，人只是利用牲畜这个中间环节的消费者，人对牧草的生长过程很少有主动权，只有6项保护性要素，也因面积大、条件复杂，无法干预和提供帮助，从草种到水份、肥料全由大自然主宰。

（2）粮食生产每个环节都可以运用新的科学技术，包括机械和信息工程；而草的生产人工干预环节很少，科学技术基本上无用武之地。

（3）粮食生产能充分保证植物生长周期，只有成熟了才收割使用；而草的生产是只要长出茎叶就可被牲畜采食，牧草没有充分的生长时间。

（4）粮食生产因为有人的干预和科学技术的运用，可以克服因自然因素的不稳定而影响植物生长成熟的不利条件，可以保证稳定收获；而草的生产却因为没有人的主动权，科学技术又运用不了，只要自然因素出现不利于牧草生长的情况，草的生产就会出现不稳定。

（5）粮食生产投入高、效益和生产率也高，能够形成投入产出的良性循环；而草的生产投入少，也没有稳定的收获。

（6）粮食生产是科技型建设性集约化的生产体系，并且随着科学技术的不断进步会越来越集约化，尽管粮食生产现在还没有充分发挥出人的全部智慧和科学技术的全部作用，但其生产特点已经形成建设性科技型集约化生产之路；而草的生产却是靠天、粗放、自然的生产体系，面积等于耕地面积3倍多的草原，几乎全部可以长草，发展畜牧业，却出现了草原退化、恶化、恶性循环局面，并且使人畜草的矛盾越来越加剧。

以上的比较和分析，尽管还不全面，也不深刻，但已能清楚地说明草原畜牧业本身的缺点、缺陷是先天性的和根本性的，这是造成草原退化恶化的内在原因。

2.经济、社会、自然界形势的变化是造成草原生态恶化的外部条件。

近几十年来经济、社会、自然界发生了许多甚至是很大的变化。主要有：一是人口增加，我国人口比解放初增加了2倍，我区人口比解放初增加了3倍；二是经济快速发展，城乡差别、东西差距、农牧差距拉大，牧民为了提高生活水平，主要依靠草原发展头数畜牧业，出现了超载过牧现象；三是20年来的气候变化很大，北方和西部地区的干旱增加，降雨减少，不少地方地下水位下降，河水流量减少、湖泊干涸、湿地萎缩；四是草原面积减少，全国草原面积由上世纪的60亿亩减少到50亿亩左右，内蒙古草原面积由13亿亩减少到10亿多亩，今年核定为8.6亿亩；五是我国由农业主导型国家转变为工业主导型国家，污染加重、用水增加、农畜产品需求增长、市场扩大、经济快速发展、人民生活提高、基础设施逐步完善，国家有了返补三农三牧的实力；六是科学技术突飞猛进、日新月异，尤其是生物工程飞速发展，加工技术、节水技术基本成熟；七是人民科学家、沙草产业之父钱学森院士创建了成熟、科学、可操作的沙草产业理论和第六次产业革命理论，为我们发展沙草产业提供了方向、路线和方法；八是草原畜牧业领域出现了不少先进成功的典型；九是社会主义市场经济体制基本建成、市场配置资源和宏观调控的机制基本形成。

这些变化对于草原畜牧业的发展既增加了不利因素也提供了有利条件。如：人口增长、草原萎缩、气候变化、干旱增加、降水减少、水位下降等，就非常不利于草原生产和草原畜牧业发

展，如果不及时采取人工干预措施，草原必然退化。问题正是由于草原畜牧业的传统生产经营方式限制了人们的思路和手脚。好的条件不利用，不利因素无应对；禁牧舍饲的好经验推不开，以草定畜的办法难落实。结果是优势没有发挥，更没有充分发挥，劣势没有规避，更没有把坏事变成好事。草原照样退化、恶化，人畜草、生活生产生态照样恶性循环。这就是草原恶化的外部原因。外因通过内因起作用。外部条件的不利变化与自身矛盾的结合，加快了草原退化由量变到质变的速度，加大了草原恶性循环的程度。

3.传统草原畜牧业生产经营方式，本身无法解决人畜草矛盾和草原生态恶性循环问题。人口增加使我国的广袤草原都有人口居住，牧民在城市居民、农区农民收入提高、生活改善的吸引以及生活成本、生产费用逐步提高的情况下，迫切要求扩大生产、增加收入、提高生活水平。而在广大牧区的主要生产经营项目就是畜牧业生产，增加收入来源主要依靠增加畜牧产品的数量和提高畜产品的质量。因此，牲畜数量不断增加；在草原产草条件和环境不变的情况下，超载过牧，产草量必然减少；草原产草量减少，在传统生产经营方式不变的情况下，牲畜数量质量必然下降，草原必然退化恶化；牲畜数量减少，产量下降，在没有其他收入来源的情况下牧民的收入必然减少，生活水平肯定下降。如此循环往复，人畜草三败俱伤。这就是草原上的恶性循环，或者叫做生活、生产、生态的恶性循环。从上述恶性循环的过程中可以看出，只有改变传统草原畜牧业的生产经营方式，才会变恶性循环为良性循环。我们知道，增加牧民收入，提高牧民生活水平是党和政府发展经济的最终目标，这是不能变的。

4.提高牧民收入的办法。一是大量减少牧区人口，在真正草畜平衡的基础上，提高人均牲畜产品产量；二是开发非牧产业，转移牧民、放弃牧业经济；三是改变草原畜牧业的传统生产经营方式，建设现代草原畜牧业；四是由政府发补贴、搞福利，把牧民养起来。这四项措施都可以同时采用，但在牧区，从战略的、宏观的、长远的和可持续发展的角度审视，实际的、现实的选择，还是发展现代草原畜牧业。这不仅是提高牧民生活水平，发展畜牧业经济，增加畜产品供应，建设保护草原的现实需要，也是转变我国经济发展方式，培育可再生资源新的经济增长点的战略举措。靠科学技术，靠生产劳动创造财富是经济发展、社会进步、保护生态、改善民生的永恒主题。

二　轻草重粮、轻草重畜，缺乏草的科学观念制约着草产业发展

1. 我国长期没有立草为业

受传统观念和经营方式的影响，一直重粮轻草、重畜轻草，在国家发展战略、机构设置、投资预算和教育事业发展中，没有把开发草资源摆上重要位置。建国以来草原方针多变，几次草原大开荒，开垦破坏草原二三千万公顷。加上草地经营体制上长期“吃大锅饭”，人们只利用不建设，超载过牧，因而导致80%以上草原严重退化、沙化，产草量近30年来下降50%～70%。而在草原建设方面，50年来每公顷草原平均年投入不到0.45元。目前许多发达国家草地牧业的产值已占农业总产值的50%以上，有的甚至高达80%，而我国只有10%左右。欧美和澳洲等一些国家对草业十分重视，将其看做“绿色黄金”，澳大利亚更称其为“立国之本”。在美国、澳大利亚、新西兰等农业发达国家草业占农业比重达30%，草业经济产值占其农业总产值的60%～70%，牧草种植面积占其耕地面积的60%以上。中国虽然是一个草原大国，但还不是草业经济大国。

2. 发达国家把发展草业做为农业经济的支柱产业

迄今为止，种植牧草、饲养奶牛仍是欧美国家的主要产业，目前全世界苜蓿等牧草现有种植面积为3300万公顷，其中美国、俄罗斯和阿根廷等国的种植面积占世界总面积的70%，法国、意大利、加拿大、澳大利亚等国占20%左右。牧草在美国种植业中已经成为仅次于小麦、玉米和水稻的第四大农作物，种植面积近1000万公顷，接近世界牧草种植面积的1/3，干草的年产值超过80亿美元，拉动相关产业（包括种子收获、加工、养殖、蜜蜂养殖等）的总产值1000亿美元，被誉为“现金作物”。欧洲是世界上牧草种植面积较大的地区之一，且有逐年增加的趋势。种植面积增加最快的是希腊、罗马尼亚、匈亚利、波兰等国。美国、澳大利亚、阿根廷、意大利等国近年来牧草播种面积虽呈递减趋势，但同期单产和总产却有较大增长。高科技在牧草生产领域已得到广泛应用，虽种植面积有所减少，但市场供应并未减少。从利用方式来看，多数国家用人工牧草来调制干草、青贮或作为青绿饲料直接饲喂，有的进行深加工，制成草粉、草块、草颗粒、草捆、草饼、浓缩叶蛋白等，这些产品除部分出口外，绝大部分用于发展本国畜牧业。

3. 草地畜牧业单位产值比种植业高1～8倍

投资草业效益要高于普通农作物。据了解，在黄土高原地区坡耕地上，种一公顷紫花苜蓿可产鲜草6万公斤，按近几年的平均市场价格推算，产值近6万元人民币，其经济效益是种植粮食作物的2倍。地处陕北黄土高原的延安市目前已规划建设人工草场67万公顷，将形成年收入达80亿元的大产业，可使当地农民人均增收300元。据较早涉足草业开发的西安兴昌公司负责人介绍，兴昌公司已建起年生产能力4万吨的草粉生产线，年产值近5000万元人民币。按照农业部制定的计划，到2015年，我国畜牧业产值将占农业总产值的36%。到2015年，工业饲料产量达到2亿吨，年产50万吨以上的饲料企业或集团达到50家，饲料产量占全国总产量的比例达到50%以上。大力发展优质安全高效环保饲草料产品应在农业生产中占有突出地位。

由此可见，投资草业开发具有丰厚的市场回报。目前，我国主要农产品的人均占有量、单位面积产量都已经超过或接近世界平均水平，但生产成本居高不下，粮食生产开始陷入增产不增收的发展困境。从国外草地畜牧业经验看，草地畜牧业单位面积产值比种植业高1～8倍。因此，作为畜牧业基础的草业在我国必将大有作为。发展草地畜牧业必须有草业的支撑，草地畜牧业中60%～100%的产值是由牧草转化来的。

4. 牧草产品在国际上具有广阔的市场前景

从近几年的资料看，美国、加拿大和澳大利亚是牧草产品的主要出口国；日本、韩国、台湾、东南亚和中东是主要进口地区。例如畜牧业发达的美国，在20世纪中期就将紫花苜蓿列入国家战略物资名录。目前来看，草业已成为美国农业中的重要支柱产业，现有的农业生产主要是玉米、大豆、油料和牧草四大产业构成了健全的美国农业生产体系。就草业来说，在有机农业、健康农业、循环农业、改良中低产田和发展节粮型畜牧业方面都有重要的意义。加拿大利用其西部沿海地区核电站产生的丰富热力资源，主要生产脱水苜蓿。日本对牧草产品的需求量最大，美国和加拿大一直保持对日本主要出口商的地位。近年来，美国出口的苜蓿草块数量有所

减少，而加拿大则扩大了其市场份额。韩国已经成为牧草产品的第二大消费国。预计韩国潜在的市场规模将是日本用量的 1/4～1/3，即 50～80 万吨的草颗粒、干草、草块和禾本科牧草干草捆。我国的台湾省是太平洋周边地区的第三大市场。东南亚一些国家和地区对苜蓿草产品的需求量也非常大。同时，大多数富裕的伊斯兰国家农业资源贫乏，也是当今世界的主要消费市场之一，如沙特阿拉伯的麦加，每年仅在朝觐期间的宰生节一天就要屠宰 200 万只羊，短时间内集中这么多只羊所需的饲草主要依靠进口苜蓿，这也是一个潜在的远期市场。

据预测，亚洲优质蛋白饲料作物的市场潜力可达 1000 万吨。中国农科院饲料研究所有关专家在分析 21 世纪我国饲料工业面临的问题时认为，蛋白质饲料原料紧缺将是长期性的结构矛盾。我国是蛋白质饲料资源短缺的国家，目前的缺口约为 1500 万吨，近期苜蓿草粉的年需求量为 200～300 万吨。牧草业蕴藏着巨大的市场机遇，前景极为可观。

5. 内蒙古发展草产业具有很大的潜力和很强的市场竞争力

内蒙古是草原大区、农业大区，又是荒漠化、盐碱化土地大区，发展草业的土地条件得天独厚，但我们落后了。甘肃已经走到了内蒙古的前面，甘肃现代草业发展有限公司的牧草基地已经种到了内蒙古的地域上，而且内蒙古的伊利、蒙牛两大乳业巨头的优质牧草就来源于甘肃现代草业发展有限公司。内蒙古如果认真发展草原草业和农区饲草业，将会变成一个非常巨大的绿色产业基地。

三　钱学森创造的沙草产业理论为变草原恶性循环为良性循环提供了方向、路线和方法

钱学森院士指出："草产业同样有一个转变观念问题。我们对农业可以说经历了千百年的精耕细作和改良品种，而对于草则完全是粗放式的。我们在草的改良和种植上下过多大功夫？要知道，我国有大约 43 亿亩草原，是农田面积的近 3 倍，但每亩产值还不到一元钱，为什么会这样？因为我们过去的畜牧业，从总体上说，是重牲畜的饲养而轻牧草的发展。如果我们像搞农业那样，加强对牧草的科学研究和开发，引进优良草种，精心种植牧草，防治自然敌害，改进以牧草为基底的饲料加工技术等等，那么我相信，我国的畜牧业将会有一个大发展，为全国人民提供丰盛的肉蛋白。这就是我提出草产业的指导思想。"（内蒙古沙产业、草产业协会. 钱学森论沙产业、草产业、林产业. 西安：西安交通大学出版社，2009：4. 以下所引全为此书，简称《三论》）"当然，事物总有其所以然的缘故。不重视草业是因为它的产值很低，所以就附带着包括在农业中了，不值得单独列业。据周惠同志讲（周惠. 谈谈固定草原使用权的意义. 红旗，1984(10)：6），在我们内蒙古自治区，一共有 13 亿亩草原，而从 1947 年到 1983 年这 37 年中，畜牧累计产值 100 多亿元。折合每亩草原年产值才 0.2 元多，这的确比每亩农田的年产值小得多，只值个零头！但这是草业'命里注定'的吗？不能用现代科学技术去改变吗？不是有新技术革命吗？我想如果我们下决心抓草业，一亩草原的产品，经过综合加工生产，其产值即使赶不上一亩农田，但也决不只是个零头，达到几分之一总是可以的吧？"（钱学森. 草原、草业和新技术革命//内蒙古沙产业、草产业协会. 钱学森论沙产业、草产业、林产业. 西安：西安交通大学出版社，2009：2.）

钱老在1985年6月24日在北京民族文化宫召开的中国草原学会和中国经济学术团体联合举办的中国草业问题研讨会上讲到草产业的前景时说："这草业产业的前景如何呢？周惠同志文章中说，从前内蒙古草原每亩产值才0.2元。在这次会议上，任继周教授的测算（《从农业生态系统的理论来看草业的发生与发展》）说，目前水平的草原生产每亩年产值约1元；近期技术提高后，可以达到每亩年产值7.8元，高估可能达到24元。全国以43亿亩草原计，草业产业的近期总产值可以是43亿元，到2000年可能达到335.4亿元，甚至1032亿元。届时我们的工农业年总产值达到28000亿元，1032亿元是工农业总产值的3.69%。但这还不是极限，任继周教授还说，新西兰现在每单位草场面积的产值是我们的80倍，而荷兰现在每单位草场面积的产值是我们的200倍。所以43亿亩草原将来完全有可能每年产值达到几千亿元，草业产业的前途是十分光明的！"（钱学森．中国的草业产业．钱学森论沙产业、草产业、林产业．西安：西安交通大学出版社，2009：20.）

"什么是知识密集型的草业产业？我的意思是：以草原为基础，利用日光能量合成牧草，然后用牧草通过兽畜、通过生物、再通过化工、机械手段，创造物质财富的产业。产业就是高度综合的生产系统了，要利用一切可以利用的现代科学技术。也不限于生态系统、不限于生物，还有机械加工、化工生产。"（《中国的草业产业》，《三论》第19页。）"草业也就是草产业，是以我国北方大面积草原为基础，以种草、收草开始，用动物转化，多层次深度加工，包括食品工业、生物化工等综合利用的知识密集型产业。"（1987年1月5日致王明昶同志信，《三论》第117页。）"草产业的概念不仅是开发草原、种草，还包括饲料加工、养畜、畜产加工。"（1990年9月17日致李毓堂同志信，《三论》第208页。）

1986年7月22日钱学森致时任内蒙古中国农业科学院草原研究所副所长王明昶同志信中进一步指出："你问我还有什么想法，谨陈述下列几点，供您参考，不当之处请批评指教：一是要逐步发展人工种草、施肥；二是要逐步搞牧草收割，运到饲料加工厂加工；三是大力发展饲料加工，现在全自治区饲料加工有发展，已将近每年20亿斤；但还不够，全区将来年产应是数亿吨；四是要逐步实现集中工厂化饲养；五是综合深度加工；六是草产业要包括多种饲养业，如微生物（单细胞蛋白）；七是运用系统工程搞好复杂的经营管理。以上都是为了提高经济效益，达不到荷兰的水平，也要做到新西兰的水平"。（《三论》第102页。）

我们大段引录钱老论述的目的就是为了让读者直接了解钱学森草产业思想。如果要概括钱老关于草产业理论的核心内容，我的体会有六条。

（1）专指草原上的草业。他把农区、林区、沙区草业分别归类给农、林、沙产业，没有归到草原草业内。这正是我们所论及的草原畜牧业范畴。

（2）以种植为基础。在草原上根据地区总体规划选择有一定灌溉条件的几十亩或几百亩草场，开辟人工草地，种植优良牧草。人工种植牧草的好处是：①只有人工种植，才能选育高产量高营养的优良品种。②可以人工灌溉、施肥、抚育、机械收割。③可以在各个环节上不断地使用高新科学技术，进行集约化生产经营。④人工种植的优良牧草（亩）产量可达万斤以上，是目前草原平均产草量的20～40倍甚至更高。1亩人工饲草可供全年饲喂约5～8个羊单位，如果加快出栏，以饲喂6个月计，可养10～16只羊单位。如果在有条件的草地上待牧草到七八月份成熟时，还可轮牧3个月，那就可以饲喂20～36只羊单位。再保守一点，饲喂量折半，可养10～18只羊单位，100亩人工草就可养1000～1800只羊单位。⑤增草增畜、草多畜多，可以规模化养殖，形成畜产品加工产业链。⑥增加就业，增加牧民收入，提高牧民生活水平。

⑦有效预防旱涝风雪等自然灾害。⑧开发占草原总面积百分之几的草场进行人工种饲草的同时,可以把90%多的天然草原围封起来,切断破坏源,让草原休养生息,自我恢复,或人工补播牧草。然后视草原的恢复情况实行禁牧、休牧、划区轮牧和建设天然打草场。⑨形成人工种草、天然打草场和禁牧、休牧、划区轮牧的草原畜牧业生产新模式。

(3)进行工厂化养殖。即对牲畜进行舍饲半舍饲。草原畜牧业有了人工种草的物质条件,就应该对牲畜进行舍饲半舍饲。这既是加快畜牧业稳定发展,扩大规模提高产量,加快出栏的重要措施,又是恢复保护草原生态和草原生产能力可持续发展的迫切需要。

舍饲半舍饲的好处很多,概括有:①充分合理地利用饲草料、减少和避免了饲草料及其有效营养成分的浪费;②老人、妇女等半劳动力就能饲喂,减少了人力的投入,使剩余劳动力有时间有精力涉足市场,进行商务活动;③可减少和避免牲畜疫病,特别是传染性疾病;④由于饲喂及时,营养充足,能提高单位牲畜的绒、毛、肉、皮、奶、油、骨、杂产量;⑤牲畜膘情不受季节影响,可随时出栏,大大缩短了饲喂时间,降低了成本、提高了商品率;⑥可以加快繁殖,一年两胎或两年三胎,减少空胎、落胎和幼畜死亡,提高了牲畜繁殖成活率;⑦适应于任何家畜,包括绒山羊,不仅绒的质量没有改变、产量还有所增加。(夏日.走进西部.呼和浩特:内蒙古人民出版社,2006:61)钱老还要求进行多品种养殖,包括微生物和螺旋藻。多品种养殖的好处是各品种之间互相补充搭配,可以综合利用资源,提高经济效益。例如,鄂尔多斯东达蒙古王集团,在他们的东达生态移民扶贫村产业园区里,饲养着獭兔、貂、貉子、狐狸、狼。除了兽皮做服饰外,用獭兔的下脚料喂貂,用貂肉喂貉子,用貉子肉喂狐狸,用狐狸肉喂狼,用狼肉、内脏制药,最后把所有有机垃圾制沼气,沼气照明、取暖、做饭、发电,沼气渣液做为有机优质肥料还田上大棚,既绿色、有机、又少病虫害。

(4)多层次深度加工、综合利用。发展种养加产供销科工贸一条龙产业链。首先是要加工饲草料,青贮、微贮、糖化、添加蛋白质等。加工可以把各种杂草加在一起,增加营养、增加适口性,提高饲草料利用率。其次是畜产品加工。钱老讲,在生产过程中,要尽量多插入中间环节,才能提高效益。中间环节就是综合利用,深度加工,循环发展。每加一道中间环节就能多用一项或几项科学技术,多出几个产品,多提高一部分产值,只有如此,才能提高效益,增加收入,持续发展。例如,牲畜粪便可以种蘑菇、养蚯蚓、沼气发酵、残渣养鱼。最后废渣废液又要返回草原作为肥料。养的蘑菇和鱼本身已是成品,而蚯蚓可送到饲料加工厂,作为蛋白质添加剂。这样的生产系统,就把大草原的经济功能和生态功能有机统一、把种养加科工贸完美结合、把草原畜牧业与市场经济互相连接起来了,必然会形成市场化运作,企业化管理,产业化发展的良性循环、集约化发展的新格局。还会形成一定规模的牧民新村,加工园区及服务性组织,提高牧区组织化程度。

(5)知识密集。必须而且可以把社会科学、自然科学和工程技术,一切可以利用的科学技术和知识,都用于草产业。从优良牧草品种和牲畜良种的选择培育,到打井、整地、松土、种植、灌溉、施肥、抚育、收割、加工、储运,从牲畜饲喂、疫病防治、管理、出栏,到屠宰、加工、销售,从草原的围封、管护、病虫害防治,到禁牧、休牧、轮牧,从机械化到自动化和信息化等等,都有新的科学技术可以利用,让广大农牧民成为科学技术发展成果的践行者和享受者。

科学技术是第一生产力。科学技术可以解决三个问题。一是多用阳光、节约用水和平衡用水的问题,以保证可持续发展;二是解决高产优质高效生态环保问题;三是解决生产发展、生活提高、生态良好的良性循环问题。重视运用科学技术是发展草产业的关键。既要运用现已

成熟的科学技术，又要不断跟踪吸收新的成果，还要不断组织研究新课题，不断解决实践中出现的新问题。钱老1984年5月3日致王天一同志信中讲道："科学技术能解决生产效益问题"（《三论》第50页。）1989年1月7日致任继周所长信中说："只要用科学，草业是可以抓好的，"又说："不科学，无知是要办错事的"（《三论》第170页。）这一切都需要培养培训各种人才和实干

（6）运用系统工程的知识技术和方法组织经营管理。草原畜牧业是一个复杂的巨系统。在大草原上建立和发展草产业也是一个系统工程。搞好规划、计划，组织人、财、物、智的投入和经营，进行科学合理实施和运作，解决干部群众的思想认识问题，调动方方面面的积极性、主动性和使命感、责任感等等，都属经营管理范畴，只有运用系统工程技术才会管好管合理、管出效益、管出一个以人为本、"三生"良性循环、可持续发展的现代草原畜牧业。

以上六条就是钱学森草产业理论的核心内容、基本思想。是按照系统工程的方法，找到了人与大草原关系中的客观辩证规律而设计出来的，从这个角度讲，也是按照客观规律保护建设、开发利用草原的规定性内容。

从钱学森草产业理论的核心内容中，我们可以确信，这个理论以及按照理论进行的实践，符合科学发展观，能够解决传统草原畜牧业发展造成草原退化恶化及人畜草矛盾造成的生活、生产、生态恶性循环问题。既做到增草增畜、禁牧不禁养、高效发展畜牧业，进而解决牧民的生产生活致富达小康的问题，又使大面积的草场得到休养生息、自我修复的机会，待草原恢复生产能力后，还可以实行划区轮牧。在良性循环中保持了草原畜牧业面大、绿色、成本低的优势。还应该指出，这是一项利用可再生资源产业解决我国城乡二元结构，地区差距拉大，城乡、工农及体力劳动和脑力劳动等三大差别，解决世界性"三大危机""三大难题"的一个世界性的大战略。

四　认真落实国家政策和内蒙古党委决策精神、运用钱学森草产业理论、建设现代草原畜牧业

1. 变革传统草原畜牧业的生产经营方式

传统草原畜牧业在历史上曾为人类的生产发展做出过长期重大贡献，创造了影响深远的草原文明。但发展到今天的工业文明时代，人口爆炸性增长、气候异常引发的自然灾害频繁发生，其传统生产经营管理方式已完全不能适应新的情况、新的变化和新的需求，必须进行变革。变则为人与自然和谐相处、社会发展进步、经济持续增长、生态环境安全，发挥更大作用，做出重大贡献，也使草原文明唤发出新的生机，促进生态文明建设健康发展，持续发展；不变则会使人畜草矛盾不断恶化，使生活、生产、生态恶性循环不断加剧，造成草毁、畜亡、人穷的局面，使我国近半壁江山荒废，也危害整个国家包括生态、经济、社会的安全。当然，这是极而言之。实际上，当一次性资源吃光用尽之时，就是人们最后被迫大彻大悟之日，不会等到上述极端情况出现，就会有所认识，只是造成损失，多走弯路。钱学森的伟大，就在于他比常人提早发现和预见到了科学合理地保护、开发、利用可再生资源的战略意义，提出了沙草产业理论，并指出了如何科学合理地保护开发利用草原和变革传统草原畜牧业的方向路线和方法。这是我们的荣幸，感谢老天爷赐给我们一位钱学森。

2. 认真落实国家政策和内蒙古党委决策

《国务院关于促进牧区又好又快发展的若干意见》中指出："随着我国综合国力日益增长，农牧业综合生产不断提升，已经有条件更好地处理草原生态、牧业生产和牧民生活的关系。"《意见》中提出了明确的指导思想、基本方针、基本原则、发展目标、任务和办法措施，规定各种资金、奖励、补贴、补助、信贷及减税办法等20多条，加大加强和加快启动、完善、支持的各种建设项目几十项，还有一系列促进现代草原畜牧业建设的政策规定。整个文件全面周到、具体可操作，令人欢欣鼓舞，激动振奋。最近，内蒙古党委书记胡春华同志在中共内蒙古自治区第九次党代会的工作报告中明确指出："坚持现代农牧业发展方向，加快转变农牧业发展方式，增强农牧业综合生产能力、抵御风险能力和市场竞争能力，巩固和加强农牧业基础地位。调整优化农牧业结构，大力发展高产、优质、高效、生态、安全现代农牧业。"我们相信，只要认真贯彻中央和自治区党委的决策精神，内蒙古草原畜牧业现代化的曙光举目可见，草原文明的再次辉煌指日可待。

国务院《关于促进牧区又好又快发展的若干意见》，以及自治区党委的重要决策，对牧区的发展是又一次带有战略意义的机遇。抓住机遇运用钱学森草产业理论创建草原草产业，毫不犹豫地变革传统草原畜牧业生产经营方式，走建设草原、建设畜牧业的科学发展道路。千万不要用简单的以草原产草量规定牲畜饲养头数、平衡草畜关系的带有一定消极性的没办法的办法，来代替传统草原畜牧业生产经营方式的变革；也不要以补贴奖励等简单维持牧民增加收入的权宜之计代替草原草产业的发展建设。建设才能有人的主动权，才会适应外部条件的各种变化，建设才能使用高新科学技术走集约化发展之路，建设才能提高生产效率保护草原生态。

3. 学习借鉴鄂尔多斯"禁牧舍饲"经验

变革数千年来形成的传统生产经营方式也非易事。鄂尔多斯市于2000年提出禁牧舍饲方针，就遇到过不少阻力和困难，如思想认识、生产生活习惯、饲草料供应、建设投资、管理制度、人才、技术等等。由于领导坚强、决心坚定，加上深入细致的宣传教育工作和具体困难的逐步解决，终于坚持了下来。坚持下来的结果是变生活、生产、生态恶性循环为良性循环。鄂尔多斯市草原实际上是干旱荒漠化草原。毛乌素沙地和库布齐沙漠占了全市总面积的48%。水土流失的沟壑山区占48%。沙漠沙地的周边地区和沙区内的绿洲周边，有水是草原，干旱就是沙地。"禁牧舍饲"方针使鄂尔多斯由70%以上的沙荒化，稳定转变为目前植被盖度达70%以上，沙地少了，草原大了。牲畜头数从2000年(中期)614.9万头只发展到2009年(中期)1294.8万头只，牧民纯收入从2000年的2593元增加到2009年的7714元。2008年元月19日胡锦涛总书记去看望钱学森院士，对钱学森说："前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好，沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有了明显的提高。"接着说："你的设想(指沙产业设想)正在变成现实。"

鄂尔多斯市的经验，特别是领导层敢于坚持的决心，可以为广大牧区各级领导借鉴。但是，现在的情况和环境要比当年鄂尔多斯的情况好得多，一是有了国务院政策意见和多渠道的投资；二是钱学森沙产业理论有了较大的宣传普及并得到中央领导的肯定和推广；三是各级财政都有了一定的实力；四是有了更多可以运用的科学技术成果；五是多年来，草原生态建设和畜牧业经济建设的基础；六是各地涌现出不少不同类型的典型；七是广大干部群众对科学技术

的认识水平有了很大的提高；八是干部群众有了改变现状的较强烈要求。我相信，各地领导一定会充分利用发挥这些有利因素，掀起一波变革传统草原畜牧业生产经营方式，建设现代草原畜牧业和推动生态文明建设的热潮。

五　按照钱学森草产业理论提出几点建议

1. 深刻领会国务院《意见》精神，学习钱学森沙、草产业理论，解放思想、改变观念，总结历史经验教训，提高思想认识水平，突破靠天放牧观念、粗放经营方式、游牧经济传统、单一经济模式、分散松散懒散习惯的束缚，树立建设草产业的新理念。

2. 详细搞清水情，在以水为先、以水为限原则指导下，搞好整体规划和具体设计。

3. 在科学规划基础上，组织项目实施和配套的水、电、路、讯、村及防护设施建设。

4. 采取区别对待、分类指导原则，试点、探索、设计组织机构、服务体系、科技项目、产业路线、示范基地、居民小区、人才培养、经营管理等相关事项的模式、规模、形式问题。

5. 政府主导、社会参与、多部门多专业协调配合，实现市场化运作、企业化管理、产业化发展。

6. 发动群众，调动群众积极性，走群众路线。

7. 运用“多采光、少用水、新技术、高效益”的沙产业技术路线，指导草产业建设。

8. 变革传统草原畜牧业生产经营方式，通过创建草产业，建设现代草原畜牧业，实现“三生”良性循环，是一件大事，是经济领域的一场深刻的改革，必然会引起多方面的变革，一定要加强领导、坚强领导。

作者简介：

夏日，男，蒙古族，1940年3月出生，内蒙古准格尔旗人，毕业于内蒙古蒙文专科学校，深造于内蒙古民族大学、中央党校。历任中共伊克昭盟盟委副书记，伊克昭盟行政公署盟长，中共乌海市市委书记，内蒙古自治区政协第七、第八届副主席，全国政协常委、民族和宗教委员会副主任。现任内蒙古沙产业、草产业协会会长，内蒙古防沙治沙协会名誉会长，内蒙古防沙治沙基金会理事长。兼中国系统工程学会草业专业委员会副主任，内蒙古农业大学、内蒙古师范大学客座教授。主编我国第一套三本组成之《沙产业、草产业、林产业丛书》（内蒙古人民出版社2006年版），参与主编《钱学森第六次产业革命思想探微丛书》（西安交通大学出版社2009年已出版首本《钱学森论沙产业、草产业、林产业》）。代表作有《走进西部》、《鄂尔多斯经济现象研究成果荟萃》等。

发展沙产业的几点思考

陈佐忠



摘要：钱学森关于沙产业、草产业的论述，为沙区的发展指出了方向，是一个战略科学家最为难得的宏观谋划。但如何认识沙区特点，发挥沙区资源优势，发展特色产业，繁荣沙区经济，这些问题长期以来一直困扰着在这些地区工作的人们。笔者长期从事半干旱地区草原科学研究，在实践的基础上阐述了对发展沙产业的几点看法。

关键词：发展；沙产业；几点思考

我长期从事半干旱地区草原科学研究，对沙产业、草产业十分关注。因为在草原与荒漠地区有大面积的沙地与沙漠，这些沙地和沙漠在许多方面都与草原有很大不同。我把这些沙地和沙漠统称为沙区。如何认识沙区特点，发挥沙区资源优势，发展特色产业，繁荣沙区经济，这些问题长期以来一直困扰着在这些地区工作的人们。钱学森关于沙产业、草产业的论述，是一个伟大科学家的高瞻远瞩和战略思考，体现了一个伟大科学家的创新思维，为沙区的发展指出了方向，是一个战略科学家最为难得的宏观谋划。钱学森关于沙产业的论述，是20世纪80年代提出来的，那时只是一个学说，现在已经在许多地区变成了现实。如果说将近30年前沙产业是一个概念，是书本上的一个名词，那么如今就是一个实实在在的东西，是写在大地上的人们看得见、摸得着的实体，是与沙区人民关系密切的产业。钱学森沙产业的思想主要体现在《草原、草业和新技术革命》、《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》和他的多次谈话中。他关于第六次产业革命的论述：农业型知识密集产业，其特点是集成第五次产业革命的知识和技术，极大地提高生物的太阳能转化效率的综合生产体系。从科学上说，沙漠是可以成为生产活动的空间的。沙产业还是一个空白，有许多工作要做。什么是沙产业？沙产业就是在“不毛之地”搞农业生产，而且是大农业生产。沙产业发展前途无量，但必须组织起来，要有效地组织，否则会破坏生态环境。沙产业是节水的高技术化。他的这些论述体现了他的高瞻远瞩、深谋远虑、战略性谋划，体现了他的学识、胆量和气魄，是真正的创新思维、创新理论，是为了人民生活得更好，体现了钱老一生追求的“志在强国，心在富民”。他是最值得人们尊敬的科学家。

一　关于沙产业的讨论

在我国，以沙为基质的土地广泛分布于干旱、半干旱、半湿润地区。一般地理学家把干旱地区的以沙为基质的土地称为沙漠，而在半干旱与半湿润地区的称为沙地。沙漠与沙地二者不仅名字不同，其特点也有很大差异。发展沙产业的内容、方法、技术体系也有很大差异。沙产业能不能理解为沙区产业，而不仅仅是沙漠地区产业，包括干旱地区的沙漠与半干旱地区、半湿润地区的沙地的产业。从沙漠、沙地的分布上，可以看出干旱半干旱区的分野。沙漠的总面积约占全国土地面积的13%左右。

为什么提出沙产业是沙漠与沙地即沙区产业这个问题？因为半干旱、半湿润地区的沙地与干旱地区的沙漠有共同点，但也有许多不同，表现出很大的地带性差异。它们在降水量、蒸发量、温度、植物与植被、土地利用等方面差异很大。因而在干旱地区与半干旱地区发展沙产业的类型、特点、技术体系等不同。目前，比较成功的沙产业主要是在半干旱地区，人们称为沙地地区而不是沙漠。因为在干旱沙漠发展沙产业，问题更多，困难更大，技术更为复杂。那么沙地、沙漠生态与环境特点有哪些不同呢？从气候条件看：沙漠是干旱地区，年降水量低于200毫米，有的仅几十毫米；沙地是半干旱—半湿润地区，年降水量200毫米到450毫米。从植物与植被看，沙漠地区是荒漠植被，以灌木为主；沙地地区是稀疏草地或者草原植被。从土地利用看：沙漠地区是灌溉农业，没有灌溉就没有农业，这里退化土地恢复主要依赖水；沙地地区是一定条件下的雨养农业，退化土地可依赖自然力恢复。从自然景观看：沙漠地区是荒漠—过渡带—绿洲；沙地地区是天然植被。如以半干旱地区浑善达克沙地而言，这是晚更新世开始形成并逐渐向东扩展的沙地。全新世以来，受东亚季风及其变迁影响，沙地经活化、固定、扩张、收缩过程，所以有多次风成沙和古土壤堆积系列。其形成表现为干冷时期沙地活化，暖湿时期沙地固定。而位于干旱地区的塔克拉玛干沙漠则不同。塔克拉玛干大沙漠位于塔里木盆地中央，东西长约1000公里，南北宽约400公里，面积33万平方公里，仅次于非洲撒哈拉大沙漠，为世界第二大沙漠。“塔克拉玛干”维吾尔语意为进去出不来，人们通常称它为“死亡之海”。沙漠中有比较丰富的地下水，腹地降水只有20～80毫米。所以，沙漠、沙地都是沙覆盖的土地，但其生态与环境条件有很大差异。因此，沙产业的项目、内容、特点、规律、技术体系等等都应有很大不同。

二　内蒙古发展沙产业取得可喜成绩

1. 领导十分重视。制定优惠政策，写进发展规划；明确政府作用；提出“大力发展林沙产业，支持生态后续产业发展”。

2. 有具体技术路线。利用阳光，通过生物，延伸链条，依靠科技，对接市场，创造财富。

3. 充分发挥协会作用。

4. 明确企业的作用——发展沙产业化的主体。

5. 充分发挥科学技术的作用。

6. 重视媒体的宣传，开办了第一个网站。

7. 具体项目的选择符合内蒙古沙地的特点——菊芋、肉苁蓉、四翅滨藜、沙柳、沙棘、甘

草等。

位于库布齐沙漠边缘的内蒙古东达蒙古王集团原来只是从事羊绒加工。风沙的肆虐使企业开始关注沙区环境和充分利用沙区特有的沙柳资源,发展具有沙区特色的“林纸一体化”项目。以前,当地农牧民种植沙柳,三年需要平茬一次,有利于沙柳的生长。但大量平茬后的沙柳资源得不到及时转化,“绿色银行不能变现”,农牧民种植沙柳、平茬沙柳的积极性得不到支持,生产、生态和生活在低水平徘徊。东达蒙古王集团适时进行产业化开发,投入3000多万元支持沙柳基地建设,实施“林纸一体化”项目,组织起鄂尔多斯市 3 个旗的沙区农牧民种植沙柳,种植面积达 70 多万亩。6 万农牧民每年向集团出售 100 万吨柳枝,人均增收2800元。集团年产 10 万吨高级包装纸,逐渐替代了同类进口产品。在东达蒙古王集团的带动下,内蒙古鄂尔多斯市的企业家纷纷投入沙产业,绿家乡、富百姓。目前,全市沙产业企业已达 30 家,种植沙柳 570 万亩、杨柴 500 万亩、柠条 500 万亩、沙棘 50 万亩、甘草 200 万亩、麻黄草 50 万亩,年产人造板 12 万立方米,造纸 6 万吨,生产麻黄素 50 吨,饮品、保健品 1.2 万吨。内蒙古伊泰集团,围封建设了 4 万亩人工甘草种植基地,经过 6 年努力,建成了年可稳定采挖甘草4000吨的现代化甘草基地。并依托这一现代化甘草基地,用于甘草资源综合利用的科研开发,其中异甘草素分离提取与纯化技术有很大进展。有着大量野生沙棘资源的内蒙古和林格尔县,引进宇航人高技术产业有限公司,实施国家计委沙产业开发示范项目,投资 1.15 亿元建成了年产 60 吨沙棘油、1000吨沙棘药用原料、10 吨沙棘黄酮、2 万吨沙棘饮料的生产线,带动农民在不毛之地每年种植 10 万亩沙棘,每亩沙棘产果 100 公斤,净收入 220 元,给县财政带来税收达8000多万元。在内蒙古东部,宁城集团等企业利用沙区的大量山杏资源,生产杏仁饮料。赤峰制药厂和通辽制药厂等企业,利用麻黄生产麻黄素。有些企业利用狼毒等有毒植物,生产植物农药。磴口县围绕乌兰布和沙漠搞生态植被建设,其中梭梭林断续绵延2000多公里,达 4 万多亩。2002 年,北京华林公司投资以梭梭林为母体培育肉苁蓉,并制作中药保健食品。1000亩试验基地主要用于肉苁蓉种子培育。乌海是具有大面积沙漠的城市。他们充分利用沙区日光资源,发展温室蔬菜和反季节瓜果,取得很大成绩,给农民带来实惠。搞高效日光温室,冬季不用加温,利用充沛的光热资源在温室里种蔬菜和反季节瓜果,每亩净收入高达 2 万多元,个别农户一亩温室纯收入超过 3 万元。内蒙古沙产业发展取得的成绩,得到了国家领导人高度的肯定。2008 年 1 月 19 日,胡锦涛总书记看望钱学森时说:“前不久,我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察,看到那里沙产业发展得很好。沙生植物的加工搞起来了,生态正在得到恢复,人民生活水平也有了明显提高。您的沙产业理论设想正在鄂尔多斯变成现实。”

三　发展沙产业有广阔前景

(一)发展特色药用植物

沙区有许多有特色的药用植物,如肉苁蓉、柴胡、麻黄、防风等,非常值得重视。肉苁蓉,多年生肉质草本寄生植物,寄生在梭梭的根上。茎肉质,圆柱形,高 40~140 厘米。名贵药材,具有“滋肾壮阳、补益精血”之功效,被誉为“沙漠人参”,是传统滋补上品。据研究,肉苁蓉可以提取单一化合物——肉苁蓉甙,是治疗老年痴呆的特效药。新疆生态与地理研究所在“死亡之海”塔克拉玛干沙漠腹地,经过 3 年多的科研攻关,建成了3000多亩人工肉苁蓉示范基地。2008 年 4 月开始,其中的1000多亩已经采挖鲜肉苁蓉达 13 万公斤。1992 年,新疆首次将北疆

的梭梭成功引种南疆。从2004年起，将梭梭与柽柳混交种植，将荒漠肉苁蓉和管花肉苁蓉接种在植物根部，利用地下高矿化度水，经过3年的研究和试验，目前鲜肉苁蓉亩产已稳定在120～150公斤左右。按目前的市场价每公斤10元计算，每亩产值可达1200～1500元，而每亩成本仅为400元左右。

(二)发展特色观赏植物

沙区有许多特色观赏植物，如二色补血草、沙拐枣等，发展这些观赏植物，对于丰富园林植物资源，绿化国土有重要意义。二色补血草，蓝雪科，补血草属，多年生草本，高20～50厘米，花萼长6～7毫米，漏斗状，萼筒直径约1毫米，萼檐初时淡紫色或粉红色，后来变白，花冠黄色。耐瘠薄，全草可入药，有收敛、止血、利水的作用。可补血益气，活血调经。治病后体弱，消化不良，月经不调。其独特的春季花卉，花序丰满，小花密布，可应用于春季花坛，也是制作干花的优异材料。沙拐枣为防风固沙植物，花、果及老枝均有一定观赏价值，适宜点缀公园，也可盆栽，全株可入药。灌木，植株高0.5～1.5米，花淡红色，多枝，丛生，丛幅径0.5～2.0米。具有抗风蚀，耐沙埋，耐沙割，抗干旱，耐贫瘠及枝条茂密，萌蘖力强，根系发达等特性，适宜于条件极端严酷的干旱荒漠区生长，是沙质荒漠的重要建群种之一，由它所组成的群落是荒漠区典型的沙漠植被。沙拐枣根部有根鞘保护，根蘖能力强，所以能适宜在流动沙丘上分布生长。其根及带果全株均可入药，种子富含油脂。

(三)发展能源植物

利用边际土地发展能源植物是人们的一个共识。边际土地是非农非林非牧的土地。目前人们特别值得注意的能源植物有柳枝稷、柠条、沙棘、柳、菊芋等。柳枝稷是禾本科植物，有高地型与低地型两种生态型。是四碳植物，产量很高，有报道每公顷可以产干物质15吨左右，可产乙醇5000升。沙区可以有选择地发展一些能源植物。

(四)发展特色有机产品

随着经济发展，人们越来越重视健康。而人们的健康与食品质量关系极大。人们常说：病是吃出来的。食品可以分为普通食品、绿色食品、有机食品。普通食品是未经认证、不限制化学农药、化学肥料、化学添加剂使用的食品，这类食品可能有残留有害化学物质。这就是我们现在餐桌上的大部分食品。绿色食品是限制或者禁止使用绝大部分有害健康与环境的化学农药、化学肥料及添加剂等人工合成化学物质的食品。而有机食品是不使用转基因材料，不使用化学农药、化学肥料及添加剂等人工合成化学物质的食品。

1. 发展有机食品有着重要意义

(1)是农村、牧区产业结构调整的重要组成部分之一；

(2)有助于防治农村、牧区环境污染；

(3)有利于增加农牧民收入；

(4)可以丰富市场的产品供应，满足不同层次人们的要求；

(5)适应建设新农村的需求。对于我们来讲，随着经济发展，有机食品的需求会越来越大。

2. 有机产品有着广阔的市场前景

(1)20世纪70年代以来，国际有机农业运动联盟倡导有机农业；

(2)目前,全世界100多个国家生产有机产品;

(3)目前,全球有机食品的贸易额,每年大约200亿美元,而且还在以30%的速度增长;

(4)有人认为有机食品是"21世纪最健康的食品"。

3. 我国重视有机食品的生产

(1)商业部等11个部门2004年发布《关于积极推进有机食品产业发展的若干意见》,提出要加强有机食品生产;

(2)建立了有机食品认证机构,在农业部、国家环保总局、中国农业大学等系统都有这类认证机构;

(3)国家环保总局1994年成立了有机食品发展中心,并在21个省、市、自治区成立了分中心;

(4)制订了一些规范与章程,如《有机食品生产和加工技术规范》、《有机食品标志管理章程》及《OFDC有机认证标准》;

(5)2006年举办了中国国际有机食品和绿色食品博览会。

4. 我国有机食品发展概况

(1)1990年,浙江有机茶出口荷兰。

(2)初步形成不同格局:东北——有机豆类;山东——有机蔬菜;江苏、江西等——有机茶;广西、云南、贵州等——有机天然食品,如八角、食用菌等。但关于有机奶、有机黄油等有机畜牧产品极少看到。

(3)2005年底,农业系统有机食品认证面积166公顷,认证企业1249个,食物总量66万吨。

(4)我国有机食品出口:1995年,70万美元;1997年,800万美元;1998年,1000万美元;2003年,3000万美元。

(5)有机食品种类在增加,如有机红酒、有机啤酒、有机猪肉、有机奶等。

5. 发展有机产品生产的可能性

(1)有较好的基础:沙区的土壤、地下水、灌溉水、空气等都是清洁干净,没有污染的;

(2)有较好的资源优势:沙区的植物、动物都有自己的特色;

(3)有较好的区位优势:内蒙古与其他地区比较,有较好的地理区位优势。

在沙区,有计划地发展不同种类的有机产品,值得我们重视。

从长远看,沙产业的发展有着广阔的前景。但是由于沙地和沙漠作为一个生态系统是十分脆弱的,其利用要合理、科学,把利用和保护很好地结合起来,产业开发要符合土地的承载力和环境容量,要注意保护沙地的生态与环境等,这些对于沙产业的可持续发展都是十分重要的问题。为此,沙产业的规划工作十分重要。

作者简介:

陈佐忠,男,1937年6月出生,江苏泗阳人,中国科学院植物研究所研究员,中国科学院研究生院教授。中国草学会顾问、中国草学会草坪专业委员会主任。长期从事生态学研究,在草原生态系统、草地资源、半干旱地区生态环境保护、生态旅游以及草坪科学等领域发表100多篇论文。

“沙业”的创建为人类合理开发利用沙漠指明了正确的方向

田裕钊



一　对钱学森同志首倡的“沙业”的认识和理解

我国著名学者钱学森同志于 1984 年著文，倡导创建农业型的知识密集产业。他把沙漠戈壁也作为一种土地资源，首次提出了“沙业”这个新概念，把“沙业”称作是与农业、林业、草业、海业相并列的五种农业型的知识密集产业之一。钱学森同志把农业型产业规定为以阳光为直接能源，利用光合作用来进行生产的体系；强调充分运用自然科学、社会科学、工程技术以及一切可以运用的知识来组织经营这种产业，指出工矿业、原材料业以及交通运输业、通讯情报业、教育文化业和商品流通、城乡建设等都要跟上。这些产业引起的生产体系和经济结构的变革，将形成为在社会主义中国出现的 21 世纪的第六次产业革命。

沙业可以理解为沙漠中的绿色产业。这种知识密集型的产业，经营的目标是最大限度地利用绿色植物转化太阳光能。

沙业在创建初期，其规模、技术水平、经济效益都不可能理想化。她在 21 世纪的形成，则将可能具备若干鲜明的特征：高投入高产出；新兴科学技术的集成、综合；与环境治理目标协调一致。

二　创建“沙业”的目的

创建“沙业”的目的在于充分利用沙漠地区取之不尽的太阳能源。这一战略目标的确立从根本上指明了这个地区正确的建设方向。

沙漠戈壁作为土地资源，当代人对它重视，并乐于投资，主要是因为它为人类提供了大量的石油、天然气、化工原料等等，另外，它的空间自古以来就是不可取代的重要战略的或商业的通道。但是，当地居民却把这里看作是立命之地，从事的开发活动主要是农业性的产业。

干旱、半干旱区的农业型产业，在历史时期内曾养活了大量的人口，并孕育了灿烂的文化。这些传统的农业型的产业经历了漫长的历史考验，建设在对自然资源深刻认识的基础上，微妙地符合了“生态学”的原则，有一个共同的特点就是适应地区性的自然条件和特殊性。

这里的传统畜牧业是依赖天然草场的游牧业，即畜群沿着一定的牧道在大面积范围内，根据水源状况、草场的季相变化、畜群对气候的适应性，往返游动。在不断的迁移过程中，既养肥了牲畜，也维持了天然草场的生产力。

这里的旱农是撂荒制。小片垦种的耕地，一般撂荒10～12年再重复垦种1～2年而又撂荒，让土地自然生草，恢复地力；在水浇地上，积累了节水种植的丰富经验。

实际上，传统的产业，主要依赖有限的自然条件和自然力（植被的天然恢复能力、畜群的有限繁殖力和存活率等）自给自足。人口承载力有限。

150年前，欧洲的殖民主义者把欧洲大平原上农业型产业开发技术在干旱、半干旱区运用以后，不论是种植业，还是畜牧业都曾创造过传统产业前所未有的新收获、新记录，提供了大量的商品粮食和其他经济作物产品。但同时，也引起土壤的退化和过度放牧。1933～1935年美国"尘窝"地带发生的土壤风蚀，造成蔽天盖日的黑风暴。前苏联在20世纪50年代的垦荒，也付出过很大的代价。最近的30～40年内，发展中国家为了振兴经济，在大面积的范围内，采用了非传统的技术和路线，包括用欧洲的农耕机具大面积连片地开垦旱作；用电力提灌等手段，扩大水浇地；改善牲畜的卫生保健，使牲畜稳定地大幅度地扩大头数。这样，加重土地、草场的负荷，引起了各种土地荒漠化的发展。丢弃了对水的节省使用，引起了大面积的次生盐渍化；成倍增长的牲畜，使草场退化，适口性强的植物减少，牧道沙化；天然水系改建为人工渠道体系，兴起了一片片绿洲，在同期，失却了大片天然草地和林地。这就是举世瞩目的土地沙漠化问题。

从上世纪（编辑注：此处指19世纪）末到20世纪，科学家和工程师先后提出过一些大胆的宏伟计划，把战略目标对准在沙漠地区水分条件根本改善上。1871年，俄国工程师捷姆琴科首次提出宏伟的北水南调工程设想；1935年，德国人提出在非洲建立世界上最大的人工湖计划，等等。

如果说大部分的倡议只不过是科学家的设想的话，那么（前）苏联的北水南调计划，自1950年达维多夫重提这一主张之后，却进入了工程设计阶段。先后有100多个研究所和设计院参加勘察工作。尽管另外一些科学家发表过不少的反对意见，并没有影响决策部门以亿计算的卢布的财力支持；直到近来，咸海干涸引起了广泛注意之后，1986年8月前苏共中央和苏联政府才决定停止把北部河水和西伯利亚河水南调的全部设计工作。

20世纪60年代初，科学家研究了萨赫勒地区的自然和社会经济特点后，认为在那里最适宜发展畜牧业，就致力于改善供水和防治畜群的疾病。从60年代末到80年代，为此筹措的国际资助在6.25亿美元以上。在昔日的无水草场上，出现了大批的水井，水眼的周围形成了新的生活区，游牧性减少。这样，牲畜就不正常地集中在一个有限的水眼周边地区。在旱季，牛群每两天饮水一次，因而，只能利用位于水源点15公里以内的草场；小牲畜每五天饮水一次，只利用水源点周围30公里以内的草场；骆驼11～15天饮一次水，可以利用水源点周围60公里或更远的牧场。水井建成后不久，在水眼的周围，寸草不生的一个荒漠化圈形成了，并年复一年地向四周扩大。由于这种措施的目标，不是建筑在增加第一性生产力上，导致了荒漠牧场的退化和破坏。当地群众说：水多了，但草少了；牛多了，但奶少了。意想不到的后果出现以后，1987年，一些国际组织开始采取果断措施，中止了许多援助计划。

全世界2.648亿公顷的水浇地中，0.88亿即33%在干旱区。干旱区没有灌溉就没有种植业。发展中国家水浇地的发展速度为年增长2.9%。但是，由于水的利用不善引起土地的次

生盐渍化和沼泽化。目前,这种土地已占总水浇地面积的比重在巴基斯坦为70%,伊拉克为50%以上,叙利亚为50%左右,埃及为30%以上,伊朗为15%。每年由于这种方式退化的土地面积在世界范围大致等于每年新增的面积。

实践证明,在干旱的沙漠及其周围地区,农业型的产业开发活动,如果不从整体上考虑人和自然这个复杂的多维联系巨系统的地区特点,不以提高这个地区生态系统中最基础的第一性生产力,即充分利用太阳为直接能源,并靠植物的光合作用加以固定作为人类最核心的活动内容和最明确的战略目标,并以此作为衡量对策措施的优劣,不有效地充分利用系统科学和生态学的理论指导和现代科学技术的最新成就,那么只能是福祸相依的结局。在近期的成功之后,副作用和失算往往不期而至。

三 高效的"沙业"是人工控制生境的集约型产业

(1)沙漠自然地理特点,形成了农业型产业发展的限制要素。

这些限制因子是:干旱的气候;盛夏的高气温;地面大部为流动性的沙丘所覆盖,而且,这种不稳定的地表在全年的大部分时间是干燥的;稳定的地表则大多含有盐分。极端严酷的生态环境,决定了这个区域的天然植被是稀疏的,相对而言,生产力低下。

单位时间内、单位面积上的植物,通过光合作用固定的净能量并转化为原生质,定义为净初始生产力[克(干物质)/(米^2·年)],研究证明,沙漠中的灌丛,其净初始生产力平均为70,变化的幅度在10~250之间。有不少高于这个数值的报道,那主要是隐域环境形成的局部条件改善的结果。

沙漠中天然生态系统净初始生产力的低下,决定了这里的农业型产业目前停留在一个不高的水平上。例如卡拉库姆、克孜尔库姆两大沙漠有天然荒漠草场1.8亿公顷,共放牧卡拉库尔羊1700万只,约10公顷的荒漠草场上养活1只羊。从早春到盛夏,草场随季节变换着"可食性"。优劣相差五倍。不同年份,草场的载畜能力相差2~3倍也是一种常见的现象。

可见,天然植被转化光能的效率很低。

(2)人工生态系统,尤其是水浇地上的种植业,同化光能的效率就比天然草场高。

大田作物对阳光的利用率也不充分,一般情况下在1%左右。这是因为作物在生长期的开初阶段,群体叶面积小,漏光损失大;叶片反射和透射,失却一部分光;作物在达到光饱和点后,不能利用多余的阳光;部分光能又以热辐射形式被浪费。

气温的四季变化造成了植物生产的季节性,这种"节气"的周期性也限制着光合潜力的充分发挥。

因为植物生长基本上服从于最小因素律,即生物的生产量受最差条件的满足程度所制约。满足程度最差的因素成为主导限制因子,它的状况不加改善,其他生态因子的优势都不会产生增产的效果。局限于自然条件上的传统农业型生产总也不会造就产量飞跃。

(3)伴随着科学技术手段的进步,人工改变局部环境中的植物生长条件已经成为现实,这是当代向传统的农业开发模式提出的挑战。鉴于这种挑战有充分的科学依据和众多的成功实例,因而有强大的生命力。

与传统的农业并存,人工控制生境条件的"工业化"植物生产正在飞速发展。无土栽培的温室作业,在自然条件相对优越的国家(如荷兰、美国、日本、德国等),也不再是科学家的试验

项目,已被广泛应用,日益改进,并取得显著的经济效益。这种系统的进一步完善,将会发展成为一种沙漠环境中高投入高产出的新型优化农业型产业模式。这种模式,不但可以解决本地区、本民族的社会需求,而且开创一种人类在极端严酷环境中的生存方式。它巧妙地利用现代技术固定光能,创造生活资料。

温室作业能从根本上改变原本的土壤条件,用沙、沙砾、客土或水培、或营养容器等,为植物的丰产、高产、稳产,人工构筑良好的基质,并用可控的灌溉施肥、喷雾,保障植物生长的必要元素供应。由人工控制环境条件的温室作业型产业,用人工调适的水热环境取代变幻不定的天然条件,就从根本上摆脱了农业型产业依赖自然环境所构成的风险。温室技术能创造植物生长,的理想土壤湿度。利用管道浸润滴灌、大棚内薄膜覆盖,以及通风降温增湿等,使植物生产连续进行,不再受天然降水的限制,从而也最有效地、最节省地利用水资源。

知识密集型沙业的实质,在于利用现代化的技术手段,对光合作用要素实行系统的、有效的调控。

(4)许多国家和地区都在利用自己的优势(具有优异的作物、蔬菜、花卉品种,廉价的地热,雄厚的资金投入,传统的农艺技术,畅销的市场,方便的交通等)快速发展温室种植业和无土栽培。美国、日本、中国台湾、新加坡、韩国、加拿大、德国、法国、以色列、前苏联等,也有各自动人的、进入商品市场的事例。这些位于不同自然地带的成功事例向我们表明,在那些一味依赖土地和自然条件为生,正在由此严重地破坏着生态环境,加重着对土地的压力,并已进入恶性循环,造成严重土地沙漠化后果的地区,以及我国那些有大片"不毛之地"的地方,应当从传统的观念中解脱出来,在重视传统农业开发的同时,谋求另一条相对说来高投入高产出的经营道路,即人工控制生产条件的温室作业。这种知识密集型作业方式的广泛发展,将以迂回的方法,大大减轻广大土地上的人、畜压力,使大地获得时机得以养息。

(5)温室技术的优化,有广阔的前景。

为更大限度地利用阳光,瑞典一家公司研究出一种旋转式温室。这种温室由两个可以转动的大型圆筒构成。美国的阿利桑那环境实验室将数种作物在同一温室中分层种植,室内的水池中还可以养鱼。在斜面上种植的蔬菜,比平面种植增产一倍。又例如,为了发挥沙漠地区的优势,温室技术可以与太阳能、风能的开发结合。因为在北方地区,不仅可以利用太阳能增温,而且在夏季,温室的降温也可以利用太阳能。美国、以色列、阿拉伯联合酋长国等,在高温干燥地区,都应用水的蒸发潜热降温。太阳能和风能转化为电能,将成为温室的新电源。再例如,生物工程技术的配合,可以为温室集约经营培育适合于特殊生境条件下的高产、优质、名贵植物品种。

植物生产的干物质,90%~95%是植物利用太阳幅射中的光能通过光合作用合成的有机物。植物生产中提高产出,增加收益的根本途径,在于充分利用绿色植物的光合潜力。生态环境条件的优化组合就是充分利用光合潜力的有效手段。它包括温度的适中(例如,C_3 植物 15~25℃;C_4 植物 25~35℃),CO_2 浓度的加大(例如,加大至正常浓度的三倍,达到 CO_2 为 1000 ppm),充沛的阳光幅射或可控人工光源辅助(达到相应作物的光饱和点),适宜的水分供给和营养元素及时补充以及空气的流动等。人工条件的组合,不单在生态要素之间存在着复杂的联系,而且由于具体措施的技术限制,条件内部互相制约,甚至只能顾此失彼。例如,为降温而采取的通风措施就会使增加 CO_2 浓度的努力难以奏效。而且,植物生产的重要特性之一是生命活动的自身节律性,生命生理活动的阶段性特点以及植物对环境刺激的反应等等。加

之，不同的植物，甚至不同的品种，都有明显的差异性。因而，总结制定出适合于沙漠自然条件下，针对不同类型作物的一种技术上简化、类别上优选、效益上合理的温室大棚实用技术规范，用来指导生产用户，就是迫切需要的。为此，必须付出长周期的、艰苦认真的努力。这种探索，可以由简到繁，由经验性应用技术到理论性的认识深化。当然，现在生产用户的经验总结、外国技术的消化吸收，都是便捷和容易很快见效的研究方法，应当首先加以考虑。

(6)温室技术在沙产业中的发展，可以有不同的目标。

例如，为单项的专业化生产，甚至是某一品种的生产，设计高效的温室，借助于温室可控生境条件的优点，专业生产在当地自然条件下不能生产或对生境条件有特殊苛刻要求的植物产品，增强竞争力。农业型生产中循环出的废弃物，可以开展多层次利用，发展建立在扩大食物链基础上的生态农业模式，包括把沼气池、水产养殖、真菌和藻类的培养以及传统的大田作业拼接为一。针对不同的目的，还可以把温室技术发展成为各具特色的类型并加以优化，例如，为水源缺乏的地区设计节水型，在大沙漠的中心为保障自身的供给设计生产基地型等等。一种制式的温室装配单元工厂化生产，将会使基建的成本降低和便于维修、更换部件。

(7)温室技术在我国有传统的丰富经验。

现代温室技术和土地覆膜正在我国以很快的速度推广，其优越性已为人民群众所认识。北方温室菜田已达 30 万亩，无土栽培已经在山东、四川、江西等省试验，并已获得良好的收成。无土栽培中的技术环节，如营养液的配备已获得成功。大庆、胜利、大港油田以及北京、南京、杭州等城市在较大面积上无土栽培成功黄瓜、番茄、甜椒、叶用莴苣，标志着我国的蔬菜栽培已由实验阶段进入实用阶段。在武汉市，面积为1300米^2 的植物工厂化生产基地，正在通过试验，探讨适用于我国国情的栽培、供液、供水、温光控制系统。据报道，1986 年 9 月 5 日开始黄瓜、西红柿、冬瓜、芹菜、青椒试种；11 月产出，西红柿亩产3900公斤。成都化纤厂水培西红柿亩产6000公斤。山东农学院的水培西红柿每株可收 2 公斤，最大西红柿每个 0.85 公斤。黑龙江边防战士在普通的塑料大棚中种植的一条黄瓜重达 17.5 公斤，一根豆角长达 2.2 米，重 2 公斤，一棵青椒产椒 23 公斤。在兰州已建成使用面积近1000米^2 的蔬菜温室，室内保温、通风、供暖分别采用手动、电动、自动方式，主要用于为大田菜农供应蔬菜子叶小苗和秧苗。

在阳光充沛，空间广大的我国西北沙漠地区，温室技术的开拓和推广，不但将使现有的水资源得以更为合理充分的利用，还将引起农业型生产革命性的变革，并向商品输出型的转化。我国西北劳动人民有传统的勤劳美德和精巧细致的农艺技术，一旦打破了天然季节和自然地带性对人们的限制，将爆发出极大的生产潜力。一系列的新品种将随之产生，生产周期将会缩短，传统的作物和瓜果菜蔬品种将根据国内外市场的需求迅速更迭，换汇的农产品，将由于温室的大量推广而引进，在西北的乱石戈壁和沙丘地上发展起来。我们可以乐观地期望知识密集型的沙产业在 21 世纪的到来。

四　盐藻是沙业的一个理想的太阳能转化器

太阳光是一个强大的能源。地球上所有生态系统所依赖的能量也只有一个外源，那就是来自太阳的光能输入。我国的沙漠戈壁地区日照充裕(年辐射量每平方米 140～220 万千卡)，属高日照区，年日照时数在3000～3300小时，日照时间长。但绿色高等植物这个太阳能转化器的工作效率却不尽理想。

沙漠中特有的植物，例如梭梭(Haloxylon aphyllum，H. persicum)、碱柴(Salsola richteri)、沙拐枣(Calligonumcaput-Medusae)等，具有特殊的光合作用机制，能通过景天酸代谢途径来同化碳素，这种途径是在夜间同化溶解的 CO_2 和碳酸盐。

由于各种原因，高等植物所能固定的光能是极为有限的。

高等植物所固定的光能，有 2/3 不能为人们所直接利用。例如，大豆在整个生命活动中，至少被呼吸作用耗损 25%的能量；5%以上的能量要被根瘤中的固氮菌和其他真菌所利用；病虫害大致要消耗 5%～10%的能量。另外，大豆的根、茎、叶，也不能为人们直接利用。加之种植高等植物，从下种到收获，都有各自的周期，少则几十天，多则几年(果树)、十几年、几十年(林木)。作为产业，长周期就影响效益。长周期孕育着多风险，在沙漠地区尤其如是。

鉴于上述因由，寻找高效的太阳能转化器，就是沙业创建中需要突破的一个重要的技术环节。

(1)在火烧迹地，新的岩石表面以及地球上一些极端严酷的生境中，最早侵入定居的就是藻类。

在沙漠中大大小小的湖泊、季节性水塘、积水洼地上，都有大量的、生命力极为顽强的生物年复一年生息繁衍。其中，担任主要角色，完成第一性生产，为其他生物制造蛋白质的就是各种各样的藻类。自古以来，当地人用它来充饥，称之为天然食品。近十几年来，被公认为“人类未来优良营养食品”的螺旋藻，就是原产于非洲的乍得湖和墨西哥的塔克斯科科湖的几个种。螺旋藻可称为沙漠中绿色产业的一个理想的太阳能转化器。

螺旋藻的开发，已经走出了印地安人和非洲乍得湖附近沙漠中的居民在湖水中捞取漂浮藻体晒干食用的历史，变成了一种全然新型的产业。

(2)实例。墨西哥人在塔克斯科科湖上建立湖上厂房，人工养殖极大螺旋藻(Spirulina maxima)。湖水含丰富的 $NaHCO_3$，做为天然的培养基。螺旋形的太阳蒸发池，直径 3 公里，日产干藻 2 吨。据报道，该厂的日产值 12.4 万美元，折合每公顷日产值 137 美元。藻类产品 1981 年作为健美食品在美国一地的经销额达5000万美元。

秘鲁利马以北 570 公里的绍萨尔地区开辟了一块面积为2800公顷的微藻生产基地，已在 4 公顷的沼泽地上试生产，年产 85 吨微藻，可提供 44 吨高质量蛋白。

南澳大利亚的盐水湖中生长一种绿藻，使湖面呈微红色。澳大利亚科学家用这种藻提取β胡萝卜素，并于 1985 年下半年向美国出口。

前苏联的土库曼科学家用三种不同的设备装置利用阳光和人造光源生产微藻。平卧式装置由 6 个组件构成，每个组件包括 17 条长约 2 米的透明管道，上下两层，占地面积约 53 米^2。该装置一昼夜可生产微藻悬浮液2000公升。直立式装置在天然草场安放，获取的藻类饲料直接供羊群食用。工厂化的生产，在大型的管道群中进行。

以色列在内格夫沙漠地区生产的藻类，通过工业化生产系统的流水线制成片剂出口，供人们服用。

保加利亚与前苏联、捷克、波兰科学家共同培育的藻类，用来作为饲料添加剂喂养小牛。60 天后，重量比对照高 10%。培养池每 8 天生产出的干物质，相当于同样面积上小麦一年的产量。

意大利的佛罗伦萨用小型开放池生产微藻，夏季高峰期，日产 14 克/米^2，年产 18～22 吨/公顷。在气候温和的南部，有 300 天以上可以生产。用管道装置，夏季日产 15 克/米^2，冬季日产

10克/米^2,年产量可达40～50吨/公顷。

我国云南永胜县的程海湖自然生长一种拟鱼腥藻,蛋白平均含量50%以上,含氨基酸8种。初步估算,每年可从这个湖面获取鱼腥藻干粉一万吨。

据报导,我国云南、海南、广东、内蒙古、北京、湖北等地,相继都有成功地引种实验,有的已形成相当的生产规模。

(3)螺旋藻的细胞干物质成份主要是蛋白,通常的含量为60%(在实验室条件下可达70%)。营养值在标准食物蛋白之下,因为蛋氨酸、半脱氨酸和赖氨酸不足,但优于植物性蛋白。螺旋藻细胞壁组成以半纤维素为主,消化率高。核酸含量小于5%(RNA 2.2%～3.5%,DNA 0.61%)对人体和动物是安全的。螺旋藻的脂肪酸中含高浓度的γ-亚麻油酸。这是构成维生素F的主要成分,对人体很重要。

螺旋藻可全部或部分代替蛋白质喂饲鼠、猪、鸡、小鱼、对虾。摩尔达维亚将水藻兑水后浇洒配合饲料,牲畜长膘快,不易生病。除了人、畜食用外,藻粉还用来提取药品、着色剂。

日本、美国正在研究把藻类作为一种新的能源。藻类在黑暗条件下可释放H_2,因而,有人认为它是水光解制氢的生物材料。

螺旋藻利用CO_2或$NaHCO_3$等作为碳源,利用$NaNO_3$或尿素等作为氮源,以太阳光作为能源,合成蛋白质。藻类可以大量消耗CO_2,比一般的绿色植物,消耗量可多20倍(就单位面积而言)。

(4)螺旋藻来自热带和亚热带沙漠中的碱性湖中,其适应的pH值为8.5～9.5,在盐度20～70克/升的水中均可生长。碱性条件有利于提高CO_2的溶解量,但pH值大于11时对藻体产生伤害作用。螺旋藻的最适宜生长温度是35～37℃;钝顶螺旋藻的最适宜生长温度是32～35℃。

以色列在尼格夫沙漠中利用浅型槽养殖系统生产螺旋藻,每年12、1、2三个月,温度降低到18～25℃,日产量仅为19克/米^2;但是,夏天高温季节,同一养殖系统,日产量却高达40克/米^2。

美国加利福尼亚南部沙漠中的开放池放养系统,在温度下降时,将地下热泉水通过放养池内的回旋形管道抽上来,用来提高水温。但在40℃以上,藻类不能正常持久生长,45℃时,细胞死亡。

藻类在水中的密度愈低,受到其他藻细胞遮光的时间愈少,生长的速度越快;但是降低密度仅可提高单位细胞对光的利用率,却不能提高产量。

我国以及世界上的沙漠中,有大量的碱水湖泊,有些碱湖既不能养鱼,也不能用来晒碱;有大面积的地区浅层地下水属碱性。运用现代技术和当地丰富的太阳能和其他能源完全有可能生产出较其他地区更为廉价的藻粉。

藻类植物的生命周期只有几个小时,藻丝体的繁殖速度极快,藻的光能转化率在人工调适的情况下,几倍于高等绿色植物,而且可以在管道中连续生产。在高投入条件下,其生产可实现全自动化。在沙业创建的过程中,螺旋藻生产业将做出自己的贡献。

(本文是作者于1991年3月11～13日在参加香山“沙产业”学术研讨会的一篇论文,会前曾呈送钱老。)

作者简介：

田裕钊，男，1935 年 8 月出生，山东潍坊市人，1960 年毕业于苏联列宁格勒森林工程学院，获林业工程师称号。回国后曾在中国科学院治沙队、兰州冰川冻土沙漠研究所、综考会工作。1994 年任中国科学院自然资源综合考察委员会副主任。

曾多次应联合国环境署和国外邀请，以中国科学院沙漠研究所副所长、生态及林学家的身份，先后赴埃塞俄比亚、坦桑尼亚、科威特、德国，就土地荒漠化、荒漠化开发利用和克里雅河吐加依生态变迁等问题进行考察并作学术报告。1988 年，作为中国专家组组长，完成了对马里萨赫勒地区《绿色屏障可行性研究》合同项目，提出七卷报告书。此项研究 1991 年 10 月获中国科学院科技进步二等奖。

新绿洲——沙产业的建设基地

田裕钊

昔日和今天的绿洲

绿洲(拉丁语 oasis:源于希腊文 οαοιο,起初为利比亚沙漠中几个居民点的名称,后演化成有特定含义的术语),是指荒漠、半荒漠地区生长着高大树木、灌丛又有草本植被的那些地块。绿洲有天然的和人工的。绿洲在荒漠中出现和存在是因为有特殊的水源条件,例如,山麓地带洪积扇前缘地下水溢出带,泉水露头区,河流岸边或湖泊周围,有周期性漫流等等;或者人为开辟了水源,例如,引河湖水或抽取地下水灌溉等。世界上称得上绿洲的地方,小到几平方米,大到上万平方公里。绿洲多半都是荒漠中人烟最稠密的地区。(撒哈拉沙漠中 2/3 的人在绿洲中定居。)从我国内蒙的西部到新疆的天山南北,大片现存绿洲在过去、现在和将来都是最有生产保障能力的沃土。

昔日的古老绿洲,在功能上主要是当地居民用传统方式利用野生资源或经营种植业、养殖业的生息地,多半都是商道的落脚点和补给地,有的是信教人的栖身场所,著名的宗教圣地多在绿洲之中。古老绿洲都与节水、惜水的传统观念和精巧技术相联系,著名的坎儿井、水窖,都在荒漠区延续了几千年。虽然大部分已被现代人弃用,但依然是人类文明的见证。

绿洲系统的存在是与水源密切相联系的。历史上,一片绿洲的兴衰史,都同水源的自然变迁或人为活动有关。如果说历史上绿洲在荒漠中的面积相对稳定的话,那么近一个世纪以来,伴随着人口的快速增长和技术手段的进步,人工绿洲面积的增加很快。

人工绿洲建立中,出现了一些伴随着成功以后不期而至的失算。上游得和下游失;人工绿洲的扩大,缩小着有丰富多样性的天然植被;地上大水漫灌、强度蒸发和地下水日益下降;今天的灌溉在为明天的土地积累着盐分。这些显而易见的事实,尤其是 20 世纪出现的生态灾难,值得人们用反思的态度加以认识,以期找出克服困境的办法。

用钱学森沙产业理论做指导建设新绿洲,是克服困境的有效手段。

当代的新绿洲

(1)在沙产业理论指导下建造新绿洲的目标,是充分利用沙漠戈壁地区农业自然要素中最充沛的、取之不尽用之不竭的阳光。

沙产业理论把沙漠戈壁看做是一种天赋的资源，阳光是这个地理单元上最珍贵的能源。太阳是一个巨大的炽热的球形天体，其中心温度高达1500万度，表面温度6000度。太阳通过辐射(可见光、不可见光和各种微粒)，把辐射能传送到地球表面。在无大气影响下，每分钟以热量单位表示为 1.94 卡/厘米^2，以功率单位表示为 0.135 瓦/厘米^2。太阳年复一年日复一日给予地球的巨大能量是用之不竭的。太阳的光和热，正是地球上人类生存和活动的源泉。

我国国土上太阳能的辐射总量大致在 80～200 千卡/(厘米^2 · 年)之间。沙漠戈壁，即内蒙西部、宁夏北部、甘肃西北部、新疆东南部是全国高总辐射地区，都在 140 千卡/(厘米^2 · 年)以上，有的高达 170 千卡/(厘米^2 · 年)。沙漠戈壁在亚洲大陆腹地，远离海洋，云层稀少，晴天多，全年的日照时数在2800～3300之间(日照率在 70%左右)。高日照和长日照使这里的太阳辐射较其他同纬度地区高。例如河西走廊地区170 千卡/(厘米^2 · 年)，比同纬度的北京130 千卡/(厘米^2 · 年)高。有人做过粗略的估算，沙漠中 1 平方米 1 天获得的能量相当于半公升汽油或 1 公斤原煤。

沙漠戈壁中的阳光能总量是非常巨大的，但是有它固有的特殊性，时至今日人们很少加以利用。

首先，它在单位面积上的强度不高。人工的太阳能利用装置如果不充分考虑这一特点，往往会得不偿失。只有那些基建投资低、材料消耗少或就地取材，又能在大面积上收集转化太阳能的手段，才会有效地利用这种资源。

太阳能的第二个特点就是能量辐射的不恒定性。一年四季之内，一天之间的昼夜、早午晚，由于地球公转和自转的结果，太阳高度角的日变化，单位面积上获得的太阳能辐射量时多时少，极不恒定。局部地区云层的出没，也影响地面辐射接收量。但是，阳光辐射的变化又不是没有规律的。阳光和温度相匹配的变化，对某一地区而言，其数量值和变动的轨迹，都是容易预知的。在利用这种不恒定能量时，就必须考虑一种有效的能量转化和存贮机制，能够适应这种变幻的特点，有谐律地工作。

太阳能是不相同波长辐射的总和。辐射到地球表面的阳光，由人眼能看见的可见光(波长在 0.4～0.76 微米之间)及肉眼无法看见的紫外线(波长小于 0.4 微米)和红外线(波长大于 0.76 微米)组成。可见光占差不多一半。

在认识了阳光的这些特点之后，人们就可以应用现代技术的强大手段，构想利用沙漠阳光资源的科学方案。

(2)用人工设施改善植物光合作用的条件，是目前提高沙漠太阳能利用率的最有效手段。

绿色植物能通过叶绿体的光合作用，把二氧化碳和水，这些能量很小的惰性无机化合物转换成能量富足的有机物，使那些不能直接利用碳酸中碳的生命体有足够的食物。种植绿色植物自古以来是人们利用日光能的最有效手段。因为迄今为止没有能够制造这样一种物质或物质体系，它能够使光化学过程有足够高效的能量产出。一切人工制做的太阳能转化设备，都无一例外的有一个投资大、设备易老化、部件维修更新的难题。唯独有生命力的绿色植物，不仅能灵巧地转化太阳能，适应太阳能的量的谐律起伏，而且，只要为之创造适合的条件，这种转化太阳能的有机体能够自我复制，自我更新。正是由于植物的光合作用使得地球上每年利用阳光生产一千亿吨有机碳。沙产业理论正是在思维定势中，充分认识了绿色植物种的多样性、灵巧的自我调适本能以及再生和自我复制的诸多优势，把光合作用作为利用沙漠中充沛阳光的手段，为人类开发利用沙漠资源指明了正确的方向。

沙漠的自然地理特点，包含了以光合作用为太阳能转化器的农业型产业发展的限制要素。这些限制因子是：干旱的气候；盛夏的高气温；地面大部为流动性沙丘所覆盖，而且这种不稳定的地表在全年的大部分时间是干燥的；稳定的地表则大多含有盐分。

极端严酷的生态环境，决定了这个区域的天然植被是稀疏的，相对而言，生产力低下。单位时间内、单位面积上的植物，通过光合作用固定的净能量并转化为原生质，定义为净初始生产力[克(干物质)/(米^2·年)]，则研究证明，沙漠中的灌丛，其净初始生产力平均为70，变化的幅度在10～250之间。有不少高于这个数值的报道，那主要是隐域环境形成的局部条件改善的结果。

沙漠中天然生态系统净初始生产力的低下，决定了这里的农业型产业目前停留在一个不高的水平上。

大田作物对阳光的利用率也不充分，一般情况下在1%左右。气温的四季变化造成了植物生产的季节性，这种"节气"的周期性也限制着光合潜力的充分发挥。

因为生物生产的最终产品量是由生长发育的全生长周期状况决定的，干旱、半干旱地区反常的、难以预料和控制的自然条件的突变，往往为生长周期几十天到100多天的传统农业生产的稳定收成带来灾患。

因为植物生长基本上服从于最小因素律，即生物的生产量受最差条件的满足程度所制约。满足程度最差的因素成为主导限制因子，它的状况不加改善，其他生态因子的优势都不会产生增产的效果。局限于自然条件上的传统农业型生产总也不会造就革命性的产量飞跃。

伴随着科学技术手段的进步，人工改变局部环境中植物光合作用的条件，已经成为现实。这是当代向传统的农业开发模式提出的挑战。鉴于这种挑战有充分的科学依据和众多的成功实例，因而有强大的生命力。与传统的农业并存，人工控制光合作用条件的植物生产，正在飞速发展。无土栽培的温室作业，也已不再是科学家的试验项目，已被广泛应用，日益改进，并取得显著的经济效益。这种系统的进一步完善，将会发展成为一种沙漠环境中高投入高产出的新型产业。不但可以解决本地区的社会需求，而且开创一种人类在极端严酷环境中的生存方式。它巧妙地利用现代技术固定光能，制造生活资料。

温室作业能从根本上改变原本的土壤条件，用沙、沙砾、客土或水培、营养容器等，为植物的丰产、高产、稳产，人工构筑良好的基质，并用可控的灌溉施肥、喷雾，保障植物生长的必要元素供应。由人工控制环境条件的温室作业，用人工调适的水热环境取代变幻不定的天然条件，就从根本上摆脱了农业型产业依赖自然环境所构成的风险。温室技术能创造植物生长的理想土壤湿度。利用管道浸润、滴灌、大棚内薄膜覆盖，以及通风降温增湿等，使植物生产连续进行，不再受天然降水的限制，从而也最有效、最节省地利用水资源。

知识密集型沙产业的实质，在于利用现代化的技术手段，对光合作用要素实行系统的、有效的调控。以色列依靠知识密集的优势，在沙漠地区建立温室、塑料大棚，采用先进的滴灌法，利用微咸水和污水，并应用生物技术，培育生产了大量的优质蔬菜和水果，批量出口欧洲，成为欧洲的"冬季厨房"。

这些成功事例向我们表明，在那些一味依赖土地和自然条件为生，正在由于严重地破坏着生态环境，加重着对土地的压力，并已进入恶性循环，造成严重土地荒漠化后果的地区，以及我国那些有大片"不毛之地"的地方，应当从传统的观念中解脱出来，在重视传统农业开发的同时，谋求另一条相对说来高投入高产出的经营道路，即人工控制光合作用条件的温室作业。这

种知识密集型的作业方式的广泛发展，将以迂回的方法，大大减轻广大土地上的人、畜压力，使大地获得时机得以养息。

植物生产的干物质，90%～95%是植物利用太阳辐射中的光能通过光合作用合成的有机物，植物生产中提高产出，增加收益的根本途径，在于充分利用绿色植物的光合潜力。生态环境条件的优化组合就是充分利用光合潜力的有效手段。它包括温度的适中（例如，C_3 植物15～25℃；C_4 植物 25～35℃），CO_2 浓度的加大（例如，加大至正常浓度的三倍，达到1000 pm），充沛的阳光辐射或可控人工光源辅助（达到相应作物的光饱和点），适宜的水分供给和营养元素及时补充以及空气的流动等。人工条件的组合，不单在生态要素之间存在着复杂的联系，而且由于具体措施的技术限制，条件内部互相制约，甚至只能顾此失彼。例如，为降温而采取的通风措施就会使增加 CO_2 浓度的努力难以奏效。而且，植物生产的重要特性之一是生命活动的自身节律性，生命生理活动的阶段性特点以及植物对环境刺激的反应等等。加之不同的植物，甚至不同的品种，都有明显的差异性。因而，总结制定出适合于沙漠自然条件下，针对不同光合作用类型作物的一种技术上简化、类别上优选、效益上合理的温室大棚实用技术规范，用来指导生产用户，就是迫切需要的。

温室技术在沙产业中的发展，可以有不同的目标。例如，为单项的专业化生产，甚至是某一品种的生产，设计高效的温室。借助于温室可控生境条件的优点，专业生产在当地自然条件下不能生产或对生境条件有特殊苛刻要求的植物产品，增强竞争力。农业型生产中循环出的废弃物，可以开展多层次利用，发展建立在扩大食物链基础上的生态农业模式，包括把沼气池、水产养殖、真菌和藻类的培养以及传统的大田作业拼接为一。针对不同的目的，还可以把温室技术发展成为各具特色的类型并加以优化，例如，为水源缺乏的地区设计节水型，在大沙漠的中心为保障自身的供给设计生产基地型等等。一种制式的温室装配单元工厂化生产，将会使基建的成本降低和便于维修、更换部件。

在阳光充沛，空间广大的我国西北沙漠地区，温室技术的开拓和推广，不但将使现有的水资源得以更为合理充分的利用，还将引起农业型生产的革命性变革，并向商品输出型转化。我国西北劳动人民有传统的勤劳美德和精巧细致的农艺技术，一旦打破了天然季节和自然地带性对光合作用的限制，将爆发出极大的生产潜力。一系列的新品种将随之推广，生产周期将会缩短，传统的作物和瓜果菜蔬品种将根据国内外市场的需求迅速更迭，换汇的农产品，将由于温室的大量推广而引进，在西北的乱石戈壁和沙丘地上发展起来。我们可以乐观地期望知识密集型的沙产业新绿洲将会开创绿洲历史的新纪元。

未来的新绿洲

1. 微藻是一个理想的太阳能转化器

绿色植物是地球上最灵巧的太阳能转化器。但是，高等绿色植物只能通过光合作用固定其中的百分之一。

种植高等绿色植物以获取食品，自古以来就是人类利用太阳光能最有效的手段，也仍然是唯一的传统办法。但是，这种传统的办法有若干局限性：

绿色植物生长在土地上，但是，并不是所有的土地适合于耕作。世界总面积 133 亿公顷的土地中，仅有约 15 亿公顷是耕作地和多年生作物地。

作物用通常的农艺技术种植，对阳光的利用率不充分，这是因为作物在生长期的开初阶段，群体的叶面积小，漏光损失多；叶面反射和透射失却一部分光能；作物到达光饱和点后，不能利用多余的阳光；部分光能又以热辐射形式被浪费。

有些植物(C_4植物和CAM代谢途径植物)对光的利用率高，但在极端的条件下，生命体按自身的规律调剂。例如，高光强和高气温在一天之中是同步出现的。当气温升高，干旱加强时，植物体为了存活，关闭气孔，有效地减少蒸腾对水分的消耗。气孔的关闭也同样导致光合作用的降低。目前，人们还找不到有效的方法来提高它们的光合效率。

农作物的光合作用产品，有一半以上不能作为人体能量的直接来源。以小麦为例，其净光合作用产物的干物质，地下的根茬平均占11%。地上部分中，籽实和茎叶大致相当，各占50%左右。籽实中的皮壳占26%。所以，人们吃食的部分，仅占净光合作用产物的33%。绿色植物的生长周期长，在生命活动的全过程中也要自身耗费一部分光合作用所固定、转化的能量。例如，大豆的整个生命活动过程中，至少有光合总能量的25%被呼吸作用所消耗；5%以上的能量被根瘤中的固氮菌和其他真菌利用；病虫害一般造成的损失占能量的5%～10%。

所有绿色植物种通过光合作用固定太阳能制造的产品总量，比作为食品的需求量高出几十倍、百倍。但是，迄今为止，只有很少的一部分光合作用产品直接作为食物加以利用。例如，水生区系的植物每年生产3250亿吨有机物，主要的产品是一些微小的、单细胞的藻类。鱼类只捕捞和消耗其中很少的一部分，而人类对它的利用则刚刚开始。但是，其利用的前景却十分诱人。

生物学家很久以前就注意到，生物越小，每克生物量的代谢越大。

有些肉眼几乎看不见的碳型藻类，其光合作用和呼吸作用的强度，大大超过同等重量的大型高等植物代谢总量。

有机体愈小，其更新的效率也愈高。微型藻类具有利用无机形式的碳和碳水化合物合成高品质蛋白的能力。因为它不同于生长周期长的高等绿色植物，所以，被看做是用来进行工业化方式固定太阳能的对象。换言之，微藻是一个理想的，有着诱人的巨大潜力的太阳能转化器。

关于藻类的光合作用机制，科学家们也还没有完全查明，有许多的谜底有待揭晓。

利用相应的装置，每生产1公斤的微藻干物质，在光合作用过程中就可转化6千瓦·时的光能为化学组织能。意大利“莫太吉桑”公司研究比较了微藻和其他不同作物的物质生产，得出下表。

不同作物的生产量比较

作物	每年生产的干物质量 (吨/公顷)	蛋白质 [吨/(公顷·年)]
小麦	5.0	6.0
玉米	12.0	1.1
大豆	2.0	0.7
苜蓿	10.0	2.0
微藻	50.0	32.0

我们于1993年中试成功的微藻生产装置，产量高于以上引证的资料。而且在工艺上保证了产品的高纯净。

2. 微藻有广泛的利用价值

16世纪初，西班牙探险家德尔卡在墨西哥湖畔发现当地的印第安人用细筛网打捞湖水中的“Tecuitlatl”。他们把漂浮物“Tecuitlatl”铺在地面上，几天后，收集晒干形成的2～3毫米厚的薄饼，用来做成各种食品。这些漂浮物就是微藻。这种便于携带的食物，运到外地做为商品交换。

20世纪40年代，丹吉尔特在非洲的乍得也发现当人食用藻类(Spirulina platensis)。1963年，法国石油研究所报道了乍得湖附近的居民食用干晒微藻“dihe”的习惯。比利时植物学家伦纳德(Jean Lonard)不仅观察了当地人泡制藻食品的方法，还确定了微藻富含蛋白，纠正了有人认为藻类不易被人体吸收的看法。

藻类直接为人类食用的价值，最早尚属我国。据记载，三国道士葛玄(164—244年)在江西修道时，就采藻类当饭吃。念珠藻属的Nostoc commune由此得名葛仙米。诗经上也有采藻而食的记载。

分析证明，小球藻(Chlorella)的干晒物质中，通常含蛋白质50%(20%～60%)，脂肪和色素7%(8%)，碳水化合物30%(30%～46%)和灰分9%。在1公斤的小球藻干物质中，氨基酸的含量为(克)：赖氨酸24.06，组氨酸6.59，精氨酸27.20，天门冬氨酸40.79，甘氨酸22.97，丙氨酸37.63，缬氨酸25.18，蛋氨酸(甲硫氨酸)6.81，苏氨酸20.13，丝氨酸20.33，谷氨酸43.19，脯氨酸9.70，异亮氨酸14.05，亮氨酸34.59，酪氨酸10.69，苯丙氨酸22.86。其中的7种氨基酸为人体和动物自身不能制造，必须由食物中的蛋白质供应的必须氨基酸。

微藻中含有多种维生素。据测定，每公斤小球藻的干物质中，含有胡萝卜素1000毫克，抗坏血酸(C)5000毫克(鲜物质中)，硫胺素(B_1)11毫克，钻胺素(B_{12})80毫克，烟酸145毫克，泛酸15毫克，叶酸486毫克。

螺旋藻的蛋白质含量为50%～70%。脂类含量在5%以上，由非饱和脂肪酸组成，还有高浓度的γ-亚麻油酸，这是构成维生素F的重要成分，对人体很重要，不会形成胆固醇。

从微藻的成分可以看出，它可以作为食品、饲料、饵料、添加剂；还可以用来提取药品、着色剂，也可作为美容化妆品的原料。

据日本的《最新技术情报志》报导，日本明治大学教授岩本浩明和东京大学山口胜领导的一个小组受日本通产省的委托，利用黄被藻(Botryococcus)成功地采收碳氢化合物。实验表明，每平方米微藻培养槽每天可获取汽油5～6克。黄(绿)藻(Botryococcus)原产英格兰，欧洲大陆和北美都有，这种藻体中色素体通常含有过量胡萝卜素，光合作用的产物为油，不为淀粉，细胞壁大部分含有果胶化合物。实际上，黄绿藻、黄褐藻以及矿藻都有这种产油的特性。据报导，美国科罗拉多州的太阳能研究所也成功地把藻油转化成柴油和汽油。法国和比利时也在从事此项研究。目前，用这种办法得到的燃料成本很高，相当于原油价格的7倍。但是，也有消息说，美国准备在亚利桑那州和新墨西哥州建微藻农场，用来补充美国石油燃料(6%)。

3. 以提高光合作用效率为目的的大型人工装置是未来新绿洲的开发模式

在自然状态下，太阳给予沙漠的能量虽然是巨大的，但沙漠这个自然综合体能为人类固定

的能量却少得可怜，通常认为是70克（干物质）/（米^2·年）。

如果我们把沙漠的表层看做一个体系，一个能量交换的体系，这个体系（包括生态系统在内）唯一的能量根本外源是太阳能，则参与太阳能热交换的基本物质大体可以包括（除生态系统外）阳光接受表面（沙粒、石块、土壤）、传热的工质空气及各种形态的水。从热量交换的角度分析，这些基本物质均有各不相同的特质。如果利用这些就地取材的物质的物理性能，用仿生学的思维，借助现代的技术和材料，模拟自然界存在的现象（如大气泵、微型爆发气流……），就会建造一种沙漠表层的人工大型装置，使太阳辐射到沙漠地表的能量容易进入装置而难以逸出。通过这种装置，使太阳辐射能在大面积上固定、转化，为解决人类的需求服务。这种太阳能人工转化装置的核心工艺就是光合作用。光合作用利用的转化器是有生命力的微型藻类。一个全天候的、以光合作用为主车间的这种人工装置，就是沙产业未来的新绿洲。

这种人工装置不应该理解为神秘的和远不可及的。就热交换的科学原理而论，现阶段已经在大面积上使用的农用地膜，改变了农田土壤的水热交换状况，可以认为是人工装置最原始的起点；塑料大棚和温室这种保护地生产方式，可以认做是人工设施的在今天的一个发展阶段；而更高层次的人工装置，则应包括更高的技术和更新的科学成果，例如，用微藻取代高等植物，用管道连续生产，为保证全天候生产提供人工光源建立气流电站等等。

这种人工装置的一个重要构成部分是在大面积上建设热隧道。应用透光的树脂塑料或玻璃，把大部分的太阳辐射能量保存在隧道中，避免与大气交换而散失。参与热交换的物质都将遵循热力学的基本规律运转。沙漠中现存的表象，反映了这些物质的特别性状：

——风成沙、滨海沙、冲积沙，由于平均粒径、分选程度的不同（颗粒的填集排列），其孔隙度不一。但是，在自然状态下，其孔隙度大致在24%～43%区限内。浅色细砂对太阳总辐射的反射率为0.37（水面为0.05，干草地为0.19）。

——沙砾质的地表升温很快。1933年8月6日，卡什卡洛夫在别特巴科达拉石质戈壁测得，地表面早5点为23.0℃，10点30分为45.0℃，正午1时为52.2℃。1925年5月中旬，在卡拉库姆沙漠中早晨6点30分沙地地面23.7℃，下午2点45分为49℃。地表的降温也很快，日出前的一段时间，沙漠中的温度最低。1927年5月7日，他在卡拉库玛赫测得如下数据：早7时12.5℃，正午1点21.5℃，晚9点11.0℃，深夜零下。在中亚的别特巴科达拉8月份白天测得42.0℃的高温，当天夜间测到了4.5℃低温，昼夜差达40℃之多。有人在撒哈拉沙漠测得沙面的最高温度达78℃，在中亚的列别捷克测得77℃。

——地面温度升高快，但地下温度却变化慢。卡什卡洛夫在沙漠中测得，地表温度早晨6点30分到下午2点30分由23.7℃升高到49℃，沙面以下25厘米处温度由26.5℃变为25.5℃。在石质戈壁上，温差在地表8小时内由23.0℃升为52.2℃，而距地表20厘米处只上升1℃。例举这些实测的不系统的资料是试图证明，沙漠戈壁存在着利用温差的巨大潜力。

——威廉在埃及开罗附近测得，当气温30℃时，地表温度高达55℃。沙漠地区有许多创纪录的高气温，在加利福尼亚和内华达交界的死河谷，1913年7月8日至14日观测到52.7～56.6℃；在北非的黎波里塔尼亚的阿济济亚，观测到58℃的高温；澳大利亚威廉克里克曾有过48.3℃的纪录；撒哈拉沙漠中有几处纪录到55℃左右的高温。自然界，在没有任何人工设施的情况下，能够出现如此高的气温，人工的施当然可以制造更高的高气温。

——拉尔姆特（1990）在研究小气候中，观测到空气以每秒1米的速度在灼热的沙面上流动时，就会影响沙面的温度：25℃的空气在48℃的沙面上移动，能使沙面下降10℃；气温为

35℃时，实际上沙面温度不变；气温上升到45℃时，地表有可能提高5℃。

——空气的热容量最小，每立方厘米升高1℃，需要0.0003卡的热量。

——水的热容量很高，每立方厘米升高1℃，需要1卡热量。

——水与其他的液体一样，有蒸发的特性。蒸发的速度决定于蒸发面的温度、湿度差、风速和气压等。水的蒸发过程是吸热的过程。

——大气干旱，是沙漠戈壁中大气的一个显著特点。我们在沙漠中测到的空气相对湿度通常不到5%。

我们在非洲的沙漠中看到的白蚁巢穴，巧妙地利用"空穴来风"制造气流；阿拉伯有一条谚语说，"风儿伴着阳光来"；沙漠中的传热工质有许多可以人工制造温差的可能。人工构造一个大型的金字塔，在塔体内腔中，利用热交换的机理，把热隧道中的干热空气导入，用急湍气流发电，就为热隧道中的微藻生物反应器提供了夜间的人工光源，保证微藻全天候进行光合作用。

在钱学森教授沙产业理论的指引下，运用全部的现代科学技术，采用系统工程和综合利用的方法，未来的新绿洲开发模式将变不毛之地为沃土。

（本文是田裕钊为1995年全国"绿洲建设的理论与实践学术研究会"撰写的论文。该文经删节后，刊登在1995年《科技导报》11期。）

发展沙草产业是西部新的增长点

陈光林



一　由兴边富民到长治久安的必由之路

1. 兴边富民之路

西部大开发，生态是重点，沙漠化防治是难点，沙区各族群众脱贫致富是焦点。可持续发展的兴边富民之路是"绿化——转化——产业化"。著名科学家钱学森院士倡导的发展知识密集型沙产业、草产业（简称沙草产业），可以说是符合"十二五"规划的发展战略性新兴产业，是西部大开发实现"资源可再生、经济可循环、发展可持续"的新的经济增长点。沙草产业是"利用阳光，通过生物，依靠科技，延伸链条，对接市场，创造财富，造福百姓"的绿色系统工程。技术路线是"多采光，少用水，新技术，高效益"。目标是生态、生计兼顾，治沙、治富双赢，"绿起来"、"富起来"结合。钱老晚年的重大贡献之一便是"倡导发展沙草产业"，"用科学技术帮助农民脱贫致富"。钱学森院士认为发展沙草产业是"中国西部21世纪的一件大事"。从1984年至今，钱老以80多封书信指导内蒙古等地发展沙草产业，效果已彰显。实践已经而且将继续证明钱老的预言："内蒙古的优势产业是什么？我认为就是沙产业和草产业，这是内蒙古的新的经济增长点。只要内蒙古的同志紧紧抓住了这两大产业，真正建设成知识密集型的沙产业和草产业，内蒙古的社会主义现代化建设就会迈上一个新的台阶，内蒙古的生态环境也会得到改善。"

2. 良性循环之路

内蒙古大面积发展沙草产业的成功典型首推鄂尔多斯市。过去因自然原因和人为原因，气候恶化，土地沙化，草原退化，水土流失严重，群众生活十分贫困。近些年来在钱老沙草产业理论指导下，从植被建设向产业发展跨越；以民营企业为龙头，以绒、肉、饮（品）、药（业）为骨架，以城乡一体为纽带，以加工增值为追求，资源型黑色产业和环保型绿色产业"两个轮子一起转"，低碳经济逐步成了气候。2009年，林沙草产业增加值达11.3亿元。规模以上加工企业逐年增多，农牧民人均年收入靠此突破1000元。与1978年相比，全市由沙化面积占总面积70%，变为绿化面积占75%。累计转移农牧民达40万人，流入黄河泥沙减少3亿吨。该市以沙柳造纸造板、林草饲料、沙棘饮品、甘草新药、生态旅游、生物质发电等为主的沙产业体系初

步形成，实现着“草畜工贸四结合”，“城乡一体闯市场”，成长为“退耕还林”、“退牧还草”两大工程的新型后续主导产业。钱老赞扬他们“正在开创21世纪中国西部沙区的大农业”，“把林、草、沙三业结合，实现了农工贸一体化的产业链”，“做到了沙漠增绿，农牧民增收，企业增效的良性循环”，“给全国带了个好头，做出了榜样”。2008年1月19日，中共中央总书记胡锦涛看望钱学森院士时说：“前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯考察，看到那里沙产业发展得很好。沙生植物的加工搞起来了，生态正在恢复，人民的生活水平也有了明显提高。钱老，您的沙产业设想正在鄂尔多斯变成现实。”2009年秋，“第二届库布齐国际沙漠论坛”在鄂尔多斯召开，来自世界20多个国家的专家学者和我国科技部的领导，边考察、边交流、边总结，一致认为钱学森的沙草产业理论和鄂尔多斯的人与自然“双赢模式”，为人类科学治沙、合理用沙，开辟了新路，带来了希望。

3. 长治久安之路

钱老生前指出：西部是我国迎接21世纪第六次产业革命挑战的首选之地，是我们社会主义生态观、民族观、人口观、发展观形成的综合软实力、民族凝聚力的验证之地。西部能变沙漠为绿洲，变“输血”为“造血”，变贫穷为富裕，各族人民能过“有尊严的幸福生活”(钱学森语)，是社会主义制度优越和党的方针政策正确的最好说明。我国西部的沙区、草原既是众多少数民族的聚居地，也是中华民族多元一体文明的发祥地；既是重要的国防屏障和生态屏障，也是民族团结和长治久安的战略要地。边富则边安，边安则国安。西部开发要尊重西部的自然环境和社会基础，尊重西部特殊的生态规律、经济规律、人文基础、民族特色，才能把西部建成人与自然、人与社会、各族和睦相处、社会和谐发展的绿色家园。

温家宝总理1995年批示：“钱学森同志和宋平同志提出，在我国西部戈壁沙漠地区发展沙产业、阳光农业，这些重要的理论和意见值得重视。一些地区的成功实践充分说明，办好这件事不仅有经济意义，而且有社会和生态意义。”

二　由地区行为到国家意志的当务之急

(1)把大力发展沙草产业当作新型的有中国特色、自主知识产权理论成果和实践成果的战略性产业，写进国家“十二五”规划，作为国家的长治之策、战略之策。鉴于西部生态建设具有脆弱性、艰巨性、长期性的特点，发展沙草产业的门槛高、周期长、投入大、见效慢，所以应明确生态建设主要是国家和全社会的一项公益性的事业。把大力发展沙草产业写入“十二五”规划意义重大。这是我国21世纪富民强国的新战略支撑点、新经济增长点和新民生落脚点。国家制定相应的扶持政策时，既要坚持“谁投资、谁受益”，又要强调“谁受益、谁投资”，细化补偿机制，完善长效机制。变过去单一的“道义回报”为“物质鼓励”、“市场激励”结合，进而形成生存动力、政策动力、市场动力三者互补的新型动力机制。

(2)把发展知识密集型沙草产业列入我国科技创新工程的总体目标和研发重点。组织力量，深化研究，形成体系。钱老10年前就提出作为“百年大计”的沙草产业，要“引起党和国家的重视，把有关科学技术力量组织起来，成立‘沙业科学院’”。现在虽然内蒙古大学成立了“中国沙草产业研究中心”，但是各方面力量有限。建议由国家科技部、中国科学院、中国科协牵头，科学规划，组织落实，重点突破，形成合力，带动全国。搭建“产学研结合”的国家级科技研

发平台，抓好技术创新体系建设、技术推广体系建设和沙草产业科技成果转化示范项目建设。构建高层次的专业人才培训体系，使之成为人才培养基地、教育基地和实习基地。从战略的高度出发，确保此项应对人类第六次产业革命挑战的世纪工程后继有人。

（3）动员和发挥企业的力量。建设北方生态屏障，国家为主导，企业为主力。从智力、财力、物力诸方面，支持龙头企业面向大市场，延伸产业链；创一个品牌，带一地经济，富一方百姓。通过金融、税收、国家采购、支农支牧专项补助等政策倾斜，进一步调动和鼓励有实力的大企业、龙头企业等社会力量投身沙草产业的积极性。

（4）总结典型经验，形成广泛舆论。充分利用多种媒体，大力宣传钱学森的沙草产业理论，总结推广内蒙古鄂尔多斯和甘肃、宁夏等地的沙产业试点"双赢"模式，办好面向世界的"中国沙产业草产业网"，宣传好沙草产业推动西部科学开发的成就，以形成广泛的舆论推动，为人类的生态文明建设作出我们的应有贡献。

作者简介：

陈光林，男，汉族，1946 年 1 月出生，山东省齐河人。中央党校研究生学历，现任全国政协文史和学习委员会副主任。曾任山东省委研究室政治研究处处长、省委研究室副厅级研究员，山东省委宣传部副部长、常务副部长（正厅级）兼省广播电视厅党组书记，山东济宁市委书记，山东省委常委、宣传部部长兼省社联主席，中国孔子基金会常务副会长，内蒙古自治区党委副书记，内蒙古自治区政协副主席、党组书记，内蒙古自治区政协主席、党组书记。理论著作有：《新时期论》、《社会主义的新视野》、《宣传论》、《马克思与〈资本论〉》（合著）、《新的飞跃》（合著）、《陈云经济工作领导方法与艺术》、《陈云经济思想研究》等。

第六次产业革命

——在本世纪中叶消灭三大差别

中国农业大学第六次产业革命理论学习小组

约三十年前，中国著名科学家钱学森敏锐地预见了以上问题，并创造性地提出了"第六次产业革命理论"这一对策体系。今天，重新阅读钱学森关于第六次产业革命的原著、学习其理论和思想，对于我们认清形势，制定国家农业发展战略与计划，具有重要意义。

一 第六次产业革命的目标是在当代中国彻底解除粮食危机，消灭三大差别

20 世纪 70 年代，钱学森在创立第六次产业革命理论期间，多次明确指出：第六次产业革命的目标，就是使中国在 21 世纪中叶彻底解除人口危机，消灭三大差别。他在 1980 年 5 月 8 日完成的《农业系统工程》手稿中说："我们搞农业，就是(为了)实现两个长远目标：创造更多的人类所需要的东西，经营管理好一个庞大而复杂的生产系统；不断改善环境，创造一个人所需要的生态系统。归根到底，还是一个目标，就是我们要改变自然界的系统，创造出一个人所需要的系统。"[1]这实际上是将中国农业发展目标定位为：通过创造出新型农业系统，以实现农产品安全生产与生态环境建设。

1981 年 8 月 24 日，在致张沁文的信中，他提出："我国农村发展的道路将完全不同于过去资本主义国家的，我们是建设小集镇，走综合发展的道路。"[2]1984 年 5 月成文的《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》中再次提出："历史上，资本主义社会形成中是破坏农村、建设城市，人口涌向大城市。我们今天要走城市同农村同时建设，城市同集镇协调发展的道路。"[3]由这两份资料可以明确看出，钱学森是在比对资本主义发展教训的基础上，构思第六次产业革命的。

关于第六次产业革命的目标，钱学森还有过两次明确的表述。一次是 1984 年 3 月 3 日，钱学森在五〇七研究所学术报告会上做了《工业革命的挑战和我们的对策》的报告，报告中指出："我们把农业真正放到现代科学这个水平上来搞，高度知识密集，技术密集的，高效能的大农业体系。农村小城镇化是什么？这就是消灭两个差别。城乡差别、工农差别消灭了，再加上刚才讲的知识的重要性，一个劳动者没有知识恐怕是不行了。所以，我说一个劳动者也是一个专家，他要有很丰富的知识。这个前景是在我们的时代，就要消灭历史上形成的三大差别，而这个事情在我国是看得见的，恐怕到下世纪，到建国 100 周年时，就实现了。"[4]报告中明确指

出第六次产业革命的两个基本内容，即知识密集、技术密集型大农业与小城镇化建设的任务就是消灭“三大差别”。这一目标实现的预定时间就在建国100周年，即2050年前后。另一次是在1995年3月17日致李振声的信中提到：“我总记得前全国政协副主席王任重讲过的一句话：共产党员嘛，不能只想到5年、15年，要考虑50年、100年！他教导我们要有远见！因此我想对我国农业，不能就为15亿人口，要想想中国人口到了20亿、30亿怎么办。也就是(因为)这个原因，这几年来我一直在宣传第六次产业革命。”[5]这里强调了粮食安全、农产品安全也是第六次产业革命的目标。

钱学森对第六次产业革命有着十分坚定的信念，而且从未动摇，历久弥坚。在1984年4月10日致唐明峰的信中他说到：“您说我认为在人民中国建国100周年，将消灭三大差别，是过于乐观，也许是，马洪同志也说我过于乐观。让事实来证明吧。”[6]11年之后，在1995年2月28日致王寿云等的信中他再次提到：“我国在80年代初就大力发展乡镇企业就是正确的措施。但在这条正确的道路上还没走完，还要走下去，这就是我国现在的农业问题。这一点应成为全国的共识。走下去，路引向何方？路引向第六次产业革命，消灭城乡差别！”[7]今天看来，上述“高举第六次产业革命建设大旗”的做法对于鼓舞民众，坚定信心意义重大。

二　第六次产业革命是当代中国的核心建设任务

1984年12月23日，在中国农业科学院第二届学术委员会上做的报告(《第六次产业革命和农业科学技术》)中，钱学森对“第六次产业革命”做了明确定义。他指出：“第六次产业革命就是建立农业型的知识密集产业。知识密集型产业，是把所有的科学技术都用在生产上，靠高度的科学技术的生产。农业型的产业是指像传统农业一样，以太阳光为直接能源，靠地面上或海洋里的植物的光合作用为基础，来进行产品生产的生产体系。”也就是说，农业型的知识密集产业“一方面充分利用生物资源，包括植物、动物和微生物；另一方面又利用现代工业生产技术，把全部现代科学技术、新的技术革命的成果，全都用上。不但生产技术现代化，而且生产过程组织严密，各道工序配合紧密，是流水线式的生产”[8]。

早在1984年3月10日，在中共中央和中组部、劳动人事部等六单位联合举办的“新技术革命知识讲座”上所做的报告(《关于新技术革命的若干基本认识问题》)中，钱学森就已经完成了第六次产业革命的基本划分。不久后，在1984年7月27日完成的《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》手稿中，他对此做了进一步的系统表述：第一次产业革命为农业、牧业的出现；第二次产业革命是商品生产的出现；第三次产业革命是大工厂的出现；第四次产业革命是更大规模的、全国性的以至于跨国的、全世界性的生产体系的建立；第五次产业革命是“新技术革命引起的世界范围的生产变革”；第六次产业革命为“创立农业型的知识密集产业所将引起的生产体系和经济结构的变革”[3,10]。此后，钱学森的产业革命理论进一步发展。1993年他提出第七次产业革命为人体科学发展引发的人民身体和智力的提高[11,12]；1997年提出第八次产业革命为分子水平设计的结构[12]。八次产业革命中，前四次是在总结历史发展过程后进行的合理划分，后四次则是根据当时科技发展与社会发展做出的科学推断。

关于八次产业革命与社会制度之间的关系，钱学森指出，第一次产业革命发生于大约一万年前的原始公社时期；第二次产业革命发生于奴隶社会后期；第三次产业革命的标志是大工厂的出现，发生在18世纪末英国资产阶级夺取政权后，是社会革命促使了产业革命的出现；第四

次产业革命发生在19世纪末、20世纪初,自由资本主义发展到垄断资本主义的时期[8];第五次产业革命是从发达国家发起,发展中国家迅速推开,以核技术、生物工程、航空航天技术、计算机等一批高科技成果为动力的,人类“进入了社会形态的新阶段:世界社会。这是资本主义社会之后的社会形态”的时期[13];第六次产业革命将以第五次产业革命成果为基础,连同第七次产业革命共同发生,这是人类在进入世界社会之后的产业革命,将优先在社会主义国家完成,使社会主义中国的科学技术与生产力领先于世界[14]。因此,我国应充分发挥社会主义制度的优越性,补好第四次产业革命的课[4],积极推进第五次产业革命,迎接并推动第六[10]、第七次产业革命建设工作的展开[11]。

在1985年2月11日致夏振坤的信中,钱学森说:“科学革命和技术革命都影响生产力的发展,可以说还是基层的变革;而从社会的观点看,应去考定社会形态的变化。着重于经济方面是经济的社会形态(这是马克思用过的词,见《资本论》一卷德文版序言,后来其他译本搞乱了);着重于政治方面是政治的社会形态;着重于思想意识方面,是意识的社会形态,这样上层的变革都是‘社会革命’,也可以细分为三:经济的社会形态的飞跃是产业革命,政治的社会形态的飞跃是政治革命(政治制度的根本变革),而意识的社会形态的飞跃是文化革命。”[15]这里明确了产业革命隶属于社会革命。

在1994年1月2日致王寿云等的信中他指出:“我们第一代领导人,以毛泽东为核心,开创并完成了在现代中国的第一次社会革命。这是在贫困落后的中国,推翻三座大山,建立了社会主义新中国。我们第二代领导人,以邓小平为核心,开创了在现代中国的第二次社会革命,并将在第三代领导人,以江泽民为核心,继续下去。可能在建党100周年的时候,这现代中国的第二次革命、改革开放建立社会主义市场经济的社会革命将会完成了。再下去呢?可不要再重复在现代中国第一次社会革命后期思想僵化、脱离实际的错误!实际情况好似第五次产业革命、第六次产业革命和第七次产业革命相继到来,我们要解放思想、实事求是,认识到这是现代中国的第三次革命!”[11]在此钱学森对产业革命与中国社会革命的阶段性关系做出了理论推断。

概括起来,产业革命与科学革命、技术革命、社会革命间的相互作用有三种类型:第一,科学革命、技术革命可以推动产业革命发生,例如,动物、植物驯化技术革命引发第一次产业革命;第二,政治社会革命、思想意识社会革命也可以推动产业革命发生,如资本主义制度建立后,科学技术大发展,引发第三、第四次产业革命;第三,产业革命可以推动社会革命全面发展。“第五次产业革命最终将消灭体力劳动与脑力劳动的差别”,“第六次产业革命,其社会后果是消灭工业与农业的差别、消灭城乡差别”,“在社会主义中国的21世纪,第五次产业革命、第六次产业革命和第七次产业革命结合起来,将引发新的一次社会革命”,即现代中国的第三次社会革命。从生产力角度讲,这是继“现代中国的第一次社会革命是解放生产力……第二次社会革命是发展生产力”之后的“创造生产力的社会革命”[11]。

恩格斯在《共产主义原理》一文中指出:“根据共产主义原理组织起来的社会,将使自己的成员能够全面地发挥他们各方面的才能,而同时各个不同的阶级就必然消失。因此,根据共产主义原理组织起来的社会一方面不允许阶级继续存在,另一方面这个社会的建立本身便给消灭阶级差别提供了条件。由此可见,城市和乡村之间的对立也将消失。从事农业和工业劳动的将是同样的一些人,而不再是两个不同的阶级。单从物质方面的原因看,这已经是共产主义联合体的必要条件了。”[16]消灭三大差别是社会主义中国在新世纪的历史使命。以第六次产

业革命为核心的三次产业革命为当代中国在21世纪中叶消灭三大差别提供了历史性机遇，所以，第六次产业革命理应成为当代中国的核心建设任务。

三　产业建设与地理环境建设是第六次产业革命的两大任务

在1984年7月27日完成的《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业、沙业》手稿中，钱学森第一次将第六次产业革命内容明确划分为五类产业，分别为农业产业、林业产业、草业产业、海业产业、沙业产业，所以，产业建设是第六次产业革命的一项主要任务。其中，“农业产业，以种植粮食作物和经济作物为基础。它包括的不只是种植业的农，也有绿化的林，养畜的牧，养家禽的禽，养鱼的渔，也有养蜜蜂、蚯蚓等虫业，还有菌业、微生物（沼气、单细胞蛋白）业，还有副业和工厂生产的工业，是十业并举的农业产业体系”；对林业产业的描述是“我国林业面积可达45亿多亩，是农田面积的两倍多。……是林木加工和森林枝叶的利用。……不但提供食用油、工业用油、木制品、纸张、肉食、乳制品等，而且能每年提供相当于上亿吨标准煤能量的沼气”；对草业产业的描述是“我国的草原面积，如果包括一部分可以复原的沙化了的面积，一共有43亿亩，……应突破传统的放牧方式，利用科学技术把草业变成知识密集的产业。……每年可能获取几千万吨的牛、羊肉和大量的乳品，我国人民的食物构成也将改观”；对海业产业的描述是“我国近海有70亿亩海洋滩涂，其中浅海滩涂为22亿亩，是一个庞大的资源。主要靠海洋中天然生物光合作用的产物，以此为饲料来经营鱼、虾、贝等的养殖和捕捞。……投放人工鱼礁，造成在近海鱼类栖息的好环境。只此一项就有可能把我国近海渔业产量提高十几倍，达到每年5000万吨；……把海洋渔业变成‘海洋放牧’；还有海带、海藻、虾、贝的养殖业；……发展深度加工以充分综合利用，形成知识密集型产业”；对沙业产业的描述是“我国沙漠和戈壁大约16亿亩，和农田面积一样大。……沙漠和戈壁的潜力远远没有发挥出来。作为沙业产业，应该既采又种，提高产量”[3,8]。这样的知识密集的农业产业体系的建立“将使中国人民生活得好得多”！

另一方面，第六次产业革命的发展必然是地理环境建设。“知识密集型农产业、林产业、草产业、海产业和沙产业的基地不在城市，而在农村、林区、草原、海边村镇和沙区，这些本来落后的地区，将通过农、工、贸联合经营发展成为与发达城市一样的未来居民区。”[17]这样的地区发展规划与建设课题“实际是开放复杂巨系统，是地理建设系统工程”[18]。并且，“地球表层为自然系统与社会系统相交汇的大系统，按照结构特点，自下而上共分为四个层次：第一层次，‘一个工厂、企业，一个生活区，一片林地，一块农业种植田，一片渔业水面等（即工、农业生产和人民生活的基层单元）’；第二层次，地区，‘根据实际情况，相互影响的关系’来确定，‘例如长江三角洲’；第三层次，国家层次；第四层次，世界层次”[19]。可以看出，农业型的知识密集产业与地理环境不可分割，从这个意义上讲，地理环境建设也是第六次产业革命的主要任务。

可以说，第六次产业革命是“条条”与“块块”两个层面上的建设。“条条”是指产业链建设，是社会经济层面的；“块块”是指区域建设，是地理环境方面的。“农、林、草、海、沙”五业建设既是对“条条”（产业链）进行的改造，又是在“块块”（区域）上发展的具体产业，所以第六次产业革命是一场兼顾产业发展与地理建设的全方位的革命。当代人类活动对地球表层的变化起主导作用，因此，在“三大危机”、“两大难题”并发的形势下，即将兴起的、提倡可持续发展的、以人为本的第六次产业革命，对中国和世界的社会、经济、环境等系统，具有根本性和全局性的意义。

无疑，第六次产业革命将成为当代人类的重要研究课题。

四　系统科学是第六次产业革命建设的法宝

系统科学理论是钱学森为当代世界做出的具有科学革命意义的贡献。开放的复杂巨系统理论及从定性到定量的综合集成方法，是以钱学森为代表的中国科技界在近代系统科学领域创造的最重要的科学理论与方法。

钱学森指出："地理科学是开放的复杂巨系统"[21]，在另外场合他也同时指出："应该用开放的复杂巨系统的概念来推动高产、优质、高效的农产业。所以例子（指前文提到的开放的复杂巨系统实例，分别是 1. 社会系统，2. 人体系统，3. 人脑系统，4. 地理系统）还要加：5. 农产业系统，6. 林产业系统，7. 草产业系统，8. 海产业系统，9. 沙产业系统。这五方面都是第六次产业革命的工作对象。"[22]明确界定第六次产业革命属于开放的复杂巨系统建设任务，必须用从定性到定量的综合集成方法来研究解决。

"系统科学理论来源于中国社会主义革命伟大实践"，钱学森说："我们对系统总体设计部的认识源于导弹总体设计部的实践，而那时领导我们工作的是周恩来总理和聂荣臻元帅，他们都强调中国共产党在领导革命的斗争经验，包括大规模集团军的战斗经验。如周恩来就提出'三高'（高度的政治觉悟、高度的科学性、高度的组织纪律性）。所以我们的总体设计部是中国社会主义思想指导下的总体设计部。它实施党的民主集中制。这是我们的特点，也是优越性所在。"[24]所以我们要倍加珍惜系统科学这一宝贵财富，将其灵活应用于产业革命建设。

根据自身丰富的系统工程实践经验与系统科学理论创新成果，在第六次产业革命建设问题上钱学森多次致信党和国家领导人江泽民、李鹏、田纪云、宋健等，推动成立管理组织机构。他在信中曾指出："科学技术是第一生产力嘛，而现在部门分隔，形不成统一集中的科学技术力量！所以要修改中华人民共和国宪法，国家设中央科学技术委员会，主席由党的总书记兼，第一副主席由国务院总理兼，中央科委设总体设计部。把过去成功的'两弹一星'经验发扬出来"[25]；"在农林草海沙五大产业中，草业建设是薄弱环节，在组织建设上……国家要有国务院草业部。"[26]

此外，钱学森还积极支持成立沙产业、草产业协会[27,28]，支持沙产业、草产业网建设，强调做好工作，"把沙产业、草产业推向全国去"[29]；"迎接下个世纪的第六次产业革命，中国的科技工作者现在就要做准备，要制定规划、计划。我国传统农业有丰富的经验，也要吸取"[17]；"沙产业属第六次产业革命，是 21 世纪中叶才能开花结果的，那时还要用生物技术这一现在刚露头的技术革命。对沙产业我们现在只是做初步探索工作，包括：1. 从地理科学明确治沙的范围；2. 通过试点，树立沙区植物、动物繁殖加工事业；3. 引入生物技术，做些试验。"[30]

教育改革也是钱学森产业革命建设的一项重要内容。1984 年 7 月，在《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》文中，他说："搞科学技术还得有专业人员，所以必须提出大力培养农业型产业的专门人才问题。现在我国农林专业在教育系统中重视得很不够，工科专业比重过大。这个比例失调一定要改正过来，大大增加农林专业、生物专业、轻工、食品工业专业的招生人数，包括高等院校和中等专业技校。可能还要考虑创办一种新型的高等学校，'理农综合性大学'"；"为了深入研究和发展这类产业体系，我想有必要考虑在不同地区、不同自然条件，设置试验点，调集科学技术力量，创造经验，开辟道路。"[3]

关于以第六次产业革命为核心的产业革命系统科学应用问题，钱学森指出："通过第五次产业革命、第六次产业革命和第七次产业革命，使社会主义政治文明建设、社会主义物质文明建设、社会主义精神文明建设和社会主义地理建设协调发展，并且要求做到小问题在宏观调控中限日解决，大问题的宏观调控也不出一个月就解决。我们要为此目标建立起：1. 总体设计部体系；2. 信息统计体系；3. 整体的调控理论。"[23]通过系统工作方法将第六次产业革命理论与实践从小到大落到实处，是钱学森教给我们解决新问题的有效方法和途径。

世界正扬帆行驶于科学革命、技术革命的滚滚洪流中，由此带动了产业革命、社会革命的持续发展。由于历史因素影响，21 世纪的中国正处在第四、第五、第六、第七次产业革命同时到达所掀起的、一浪高过一浪的、波涛汹涌的产业革命大潮之中。而第六次产业革命作为当代产业革命的核心，具有承前启后的重要作用和战略意义。所以，我们只有主动掌握系统科学武器，并熟练运用这一法宝来解决难题，才能圆满完成社会主义新中国建设的历史任务。

长期以来，在自然科学、社会科学和人文科学领域，理论科学家不涉及实践，搞实践的人用经验来指导社会任务，双方"老死不相往来"，理论、实践"两张皮"问题十分突出。从《工程控制论》开始，钱学森就把"系统科学理论"与"系统工程方法"两个轮子组合起来，创造了"系统科技快车"。他坚信，人类将藉此从"必然王国"进入"自由王国"！系统科学是当代最伟大的科学革命成果之一，系统工程是当代最重大的技术革命成果之一。这是以钱学森为代表的当代马克思主义者对全人类做出的最伟大的贡献！历史上，钱学森的系统科学理论、系统工程技术在中国结出过珍贵的果实，让中国人深受恩惠；而今天，社会主义中国完全有能力，而且有责任利用这一理论，在 21 世纪中叶完成第六次产业革命建设任务，在人类历史上率先消灭三大差别，创造新的辉煌。

五　结语

现在距离钱学森提出产业革命学说与第六次产业革命理论已经 28 个年头，国际国内形势发生了巨大的变化。

2006 年，莱斯特·布朗指出："西方的经济模式不适用于中国，它在印度也肯定不适用……对于也在做着'美国梦'的其他发展中国家的 30 亿人口，西方的经济模式也必然不适用。"而且，"现行的经济模式对于工业化国家也同样行不通……老经济的日子已经屈指可数了"[31]。2011 年法国社会学家保罗·若里翁评论金融危机以后的世界时说："资本主义的衰落现在是确定无疑的，因为它已经走向崩溃，而唯独能够阻止崩溃的措施，我们的领导人是绝对不会采用的，进一步拖延只能让可能的复苏更加困难。不能对股市的喘息抱有幻想。经济不平衡一直未被消除。金融危机摧毁了国家。国家不再有能力投资于社会保障，而社会保障曾经维持了所有人都能从这个体制中获益的信仰。"[32]我们能够听到，世界呼唤着新的发展模式和发展动力。

与此同时，资本主义生产方式主导下的世界农村牧区与农业问题凸显。"自工业革命开始以来，城乡贸易关系一直是有利于城市的，因为城市控制着资本和技术这些稀缺资源。但是，一旦土地和水成为最稀缺的资源，那么在农村地区掌控这些资源的人，也许有一天将在城乡贸易中占据上风。"[31]由此推断，世界"今天的城市化可能放慢，甚至逆转"[31]。2011 年 8 月，美国金融家罗杰斯在接受采访时说："世界经济正在经历历史性变化，即将进入漫长的低增长期，

很可能长达三四十年。经济中唯一能保持强劲发展的领域是自然资源和农牧业这一块。农牧业将会是未来10年、20年或30年中最好的职业。"[33]越来越多的人强烈感到，受"三大危机"、"两大难题"影响，200多年来已发展成型的资本主义开始显现颓势，世界资本主义化的车轮正在迟滞，人类社会处于重大变革之中。

过去30年中，中国农村牧区与农牧业发展取得了巨大成就。但必须承认，我们正面临着农业增长率下降、农产品自给率跌落、农村牧区资源环境紧张、农村牧区社会老龄化等"不平衡、不稳定、不协调、不可持续"的难题，有的已经十分严峻。重温钱学森产业革命学说与第六次产业革命理论，在折服于他高超的预见力与伟大的创造力的同时，我们内心强烈地感到，时代在高声呼唤第六次产业革命的到来！

参考文献：

[1] 张沁文，钱学森. 农业系统工程. 打印稿. 1980,5,8.

[2] 钱学森. 致张沁文信. 1981.8.24.

[3] 内蒙古沙产业、草产业协会，等. 钱学森论沙产业、草产业、林产业. 西安：西安交通大学出版社，2009：5-17.

[4] 钱学森. 工业革命的挑战和我们的对策. 人体科学与现代科技发展纵横观，1984：128-146.

[5] 钱学森. 钱学森书信：第9集. 北京：国防工业出版社，2007：137-139.

[6] 钱学森. 钱学森书信：第1集. 北京：国防工业出版社，2007：393.

[7] 钱学森. 钱学森书信：第9集. 北京：国防工业出版社，2007：97-98.

[8] 李毓堂. 钱学森知识密集型草产业及第六次产业革命的理论与实践. 北京：中国农业出版社，2010：5-15.

[9] 钱学森. 钱学森书信：第1集. 北京：国防工业出版社，2007：452-454.

[10] 钱学森. 关于新技术革命的若干基本认识问题. 理论月刊，1984(5)：6.

[11] 钱学森. 钱学森书信：第8集. 北京：国防工业出版社，2007：5-10.

[12] 钱学森. 钱学森书信：第10集. 北京：国防工业出版社，2007：290-291.

[13] 钱学森. 钱学森书信：第7集. 北京：国防工业出版社，2007：120-121.

[14] 钱学森. 钱学森书信：第7集. 北京：国防工业出版社，2007：291-292.

[15] 钱学森. 钱学森书信：第2集. 北京：国防工业出版社，2007：166-167.

[16] 马克思，恩格斯. 马克思恩格斯选集. 2版. 北京：人民出版社，1995：243.

[17] 钱学森. 钱学森书信：第6集. 北京：国防工业出版社，2007：508-510.

[18] 钱学森. 钱学森书信：第7集. 北京：国防工业出版社，2007：391.

[19] 钱学森. 保护环境的工程技术——环境系统工程. 环境保护，1983(6).

[20] 钱学森. 钱学森书信：第2集. 北京：国防工业出版社，2007：280-283.

[21] 钱学森. 论地理科学. 杭州：浙江教育出版社，1994：79-89.

[22] 钱学森. 钱学森书信：第7集. 北京：国防工业出版社，2007：200-202.

[23] 钱学森. 钱学森书信：第8集. 北京：国防工业出版社，2007：495-500.

[24] 钱学森. 钱学森书信：第2集. 北京：国防工业出版社，2007：83-85.

[25] 钱学森. 钱学森书信：第6集. 北京：国防工业出版社，2007：529-531.

[26] 钱学森. 钱学森书信：第6集. 北京：国防工业出版社，2007：505-507.

[27] 钱学森. 钱学森书信：第6集. 北京：国防工业出版社，2007：204-206.

[28] 内蒙古沙产业、草产业协会，等. 钱学森论沙产业、草产业、林产业. 西安：西安交通大学出版社，2009：538.

[29] 内蒙古沙产业、草产业协会，等. 钱学森论沙产业、草产业、林产业. 西安：西安交通大学出版社，2009：541.

[30] 钱学森. 钱学森书信：第6集. 北京：国防工业出版社，2007：186－187.

[31] 莱斯特·布朗. B模式2.0. 上海：东方出版社，2006.

[32] 保罗·若里翁. 局势比危机前还糟糕. 法国论坛报，2011－3－21.

[33] 贾斯廷·罗拉特. 罗杰斯认为世界经济进入低增长期. 智利《美洲经济》网站. 2011－8－27.

中国农业大学第六次产业革命理论学习小组简介

2010年11月初，中国系统工程学会草业系统工程专业委员会纪念钱学森诞辰九十九周年会议后，根据夏日、李毓堂、刘恕先生意见，由胡跃高教授发起组建了中国农业大学第六次产业革命理论学习小组(后简称学习小组)。小组由在校教师、研究生、本科生积极分子及在京部分积极分子组成。主要利用每周周六晚上7点到9点时间集中学习《钱学森书信》等原著，请专家辅导，组织小型交流研讨会，分工进行有关学习资料的收集与整理，进行专题研究，选派代表参加学术活动等。

学习小组完成了钱学森第六次产业革命资料的收集，部分资料已经完成电子化与校对工作，基本完成《钱学森第六次产业革命理论与行动学习读本》的编撰工作。学习小组主要成员有：胡跃高，陈鹏飞，李建华，雷兆基，罗杰，张文帅，臧华栋，高巍为，胡时楷，戚丽霞，陈春美。

本报告主要由胡跃高，陈鹏飞，李建华，雷兆基完成。

以钱学森理论为指导 推进我国草业可持续发展

张自和



国家杰出贡献科学家钱学森院士1984年提出创立了沙产业、草产业理论，为我国沙业、草业向产业化和可持续发展指明了前进的方向。20年来，我国沙草产业在“阳光农业”、“绿色草业”、“生态产业”领域，逐步确立了“绿化、转化、产业化”、“多采光、少用水、新技术、高效益”等理念和发展模式。特别是内蒙古，没有辜负钱老的重托，在沙草产业的理论开拓与实践方面，始终走在前面，将沙草产业作为改善生态、富民兴区的特色产业和重要途径，首先成立了自治区沙产业、草产业协会，开展了大量卓有成效的工作，多方面垂范，为我们树立了学习的榜样。在钱老沙产业、草产业理论发表20周年之际，为了贯彻科学发展观，继续推进沙产业、草产业发展，组织召开这次大会，为大家提供学习交流的平台和加油充电的机会，本人有幸应邀参加，十分感谢大会组织者。

为了交流，更为了求教，结合研究和实际工作见闻，特就进一步推进我国草业可持续发展提出一些初步思考，不当之处敬请各位批评指正。

一　树立科学发展观是草业可持续发展的思想基础

人类几千年的文明史，尤其是近300多年来的工业文明发展史，基本上是以破坏自然来换取经济与社会的发展，对环境的破坏极为无情而深重。随着大自然报复的日益显现，人们不得不关注生态与环境面临的严峻挑战。

1972年，罗马俱乐部出版了《增长的极限》，敲响了环境问题的警钟。联合国人类环境会议在斯德哥尔摩举行，联合国环境规划署(UNEP)成立，显示了人类对环境问题的警觉。

1992年，联合国全球首脑会议在巴西里约热内卢召开，通过了《里约环境与发展宣言》和《21世纪议程》等重要文件，与会各国一致承诺，把走可持续发展道路作为未来长期共同的发展战略。

中国几千年的文明史中，人与自然的矛盾从未像今天这样严重，经济社会的持续发展、人

口不断膨胀，愈来愈受到资源和环境的严重制约。严重的生态危机使我们领悟到，在生态遭到破坏的世界里不可能有经济的持续发展，必须选择一条理性的发展道路——人与自然和谐发展之路即可持续发展之路，也就是要确立以人为本，全面、协调、可持续的科学发展观。

草地占国土面积的41%，是我国最大的陆地生态系统，是经济和草地畜牧业发展的重要基地，是自然资源的巨大宝库，是各少数民族生存的重要家园，更是国家生态安全的重要屏障。但由于草业的基础性、公益性，又是弱质、弱势行业，所以草地也是"公地悲剧"的最大受害者，草业面临的问题尤为深重。所以，遵循以人为本，全面、协调、可持续的科学发展观，以此作为指导人们思想的理论基础，认识和解决面临的诸多问题，草业才有可能步入可持续发展的轨道。

二　改革和完善产权制度是草业可持续发展的根本保证

产权制度是社会经济体制和政策的集中体现，对草地环境有巨大的影响。我国历史上，草地资源基本上属奴隶主、封建领主和部落头人所有，对草地虽然管理很少，但由于人口少，饲养的家畜也少，对草地环境的影响也相对较小。解放后草地收归国有，但实际上管理权限与责任并不明确。1985年颁布的《中华人民共和国草原法》规定"草原属于国家所有，由法律规定属于集体所有的除外。国家所有的草原，由国务院代表国家行使所有权"。

尽管法律条文中有了规定，但实际上由于草地产权属于国家，草地国有。在法制不健全、监管不力的情况下，常常造成草原管理权、保护权虚拟化，甚至给人以草地无主而利用却人人有份的感觉。草地使用者为了追求个人利益最大化，可以无度利用甚至破坏，而又不承担任何责任。

后来实行草地承包，但落实的并不彻底。有些边远、面积大、质量较差的草地划界困难，建立保护设施更困难，如高山上的夏季放牧地，荒漠地区的大面积缺水草地，现在仍然没有被承包，成了抢牧滥牧的主要对象。还有的地方，一些有权有势者或既得利益者，占有较多、较好的草地，放养更多的牛羊，不愿意将草地公平地承包到户，阻止草地承包经营权的落实。另外，草地经营权流转不畅，有能力经营的得不到需要规模的草地，无力经营的又不能及时合理的将草地转让出去，草地的管理和经营水平也无法提高。在这种情况下，产权和经营权的不明晰，加上人口膨胀、家畜数量不受限制的增加等原因，半个世纪以来草原严重退化而且仍在加剧的趋势至今并未根本扭转。

草地退化不仅仅是一个简单的技术问题，而是技术、政策、体制乃至文化的综合症(约翰·朗沃斯，1995)。其中产权制度的不明确、不落实是造成所谓"公地悲剧"、草地退化最根本的原因。

"人有恒产，则有恒心"，进一步改革和完善产权制度，明晰草地产权和使用权，落实经营、流转过程中的各种具体问题，是实现草地有效管理和可持续发展的根本所在。

三　可持续性的政策是保证可持续发展的关键

历史和现实都表明，政策及其连续性对草地经营和环境变化有着极为深刻的影响。如我国西北地区，人类大规模改造自然、对草地施加影响是从2000多年前开始加剧的，特别是经过

秦汉、隋唐和清代几个中央政权鼎盛的时期，经济和文化得到很大发展。在屯垦戍边、移民实边、鼓励耕战等一系列政策下，大力推进农耕文化。长期的政策导向，不断开垦草地，虽然种植业有了很大发展，但破坏了大面积的草原和林木植被，致使西北长城沿线的土地荒漠化日趋严重。而黄土高原地区的水土流失日益加重，使贺兰山以东自然条件适合于牧业的草原、草地，发展成为今天农区、牧区和农牧交错区的格局。（中国工程院“西北水资源”项目组，2003）

在新中国成立后的五十多年中，由于人们改造自然的能力增强，特别是在“改造自然”、“以粮为纲”的政策引导下，更大范围内的草地进一步开垦变为农田。一些内流河的中游还修了平原水库，基本控制了河流的径流。这样做虽然扩大了灌溉面积，使人工绿洲得以维持或扩大，但由于缺乏对下游生态用水的考虑，平原水库建成之日，往往就是下游断流之时；人工绿洲的扩大常常以天然绿洲的缩小、衰退和草地荒漠化为代价。

自商鞅变法，废除井田制，到汉唐明清，移民实边，军屯民垦，鼓励耕战，再到20世纪50—70年代的以粮为纲，鼓励开荒种粮的思想理念和政策措施延续了数千年，毁林毁草开荒种粮的行为也延续了数千年。长期鼓励开垦的政策尽管对当时的经济发展起了一定的推动作用，但过度开垦和掠夺式利用却是造成环境恶化最直接的原因。

1983年七八月间，时任中共中央总书记的胡耀邦一行到甘肃各地视察，针对“以粮为纲”思想造成的禁锢，提出“反弹琵琶”，种草种树，发展畜牧，改造山河，治穷致富，并题词：“种草种树，治穷致富”，“种草种树，发展牧业是改造甘肃面貌的根本大计”（甘肃省地方史志编纂委员会，1991）。中央也提出了相应的政策，当时甘肃乃至全国的种草事业有了长足发展。但为时不长，随着胡耀邦1987年离职，此项政策没能继续落实，种草种树没有持续下来。

1999年秋季，朱镕基总理考察陕北水土流失与生态环境治理情况时指出：“防治水土流失，是当前生态环境建设的急迫任务，治理水土流失，要采取退耕还林（草）、封山绿化、以粮代赈、个体承包的措施。”之后，还在甘肃、四川等地反复阐述了这些观点，并在各地开始组织实施。2000年9月发布了《国务院关于进一步做好退耕还林还草试点的若干意见》。

由于“退耕还林还草”符合国情和可持续发展的需要，一改历史上以粮为纲、奖励垦伐的作法，对退耕者以粮代赈、实行补贴和鼓励政策，是历史性的大转折，是顺天意、合民心、利在当代功在千秋的一项重大举措。其目的就是从国家生态安全出发，从根本上改变西部地区相对落后的面貌，建设山川秀美、经济持续发展、人民更加富裕的新西部。这一思想和政策能否持续下去，同样是人们十分关注的问题。

最近由于对“粮食安全”的强调，一退双还政策又有半途而废、偃旗息鼓的迹象。“粮食安全”更确切地说应该是“食物安全”。强调食物的质量安全，绝不是“以粮为纲”。退耕还林还草作为产业结构调整和生态建设的一项战略措施，如果实施中有不足之处，应当逐步完善，而决不能因噎废食，半途而废。为了实现可持续发展的目标，既要有相应的政策法规，还必须保持它的可持续性，经过世世代代坚持不懈的努力，才能达到预期的目的。

四　实施可持续管理是草业可持续发展的重要途径

在树立可持续发展观、明确产权制度、完善政策保障的基础上，还要建立一套保证可持续发展的管理措施和技术体系。

1. 运用市场规律和经济杠杆对草地实行可持续管理

我国草地资源被长期无偿占有、无偿使用，既违背自然规律又违背经济规律，是造成草地退化的重要原因之一。今后必须结束草地无价、无偿、无限使用的历史，做到有偿承包、有偿使用、有偿转让。而且要按质论价，保护有奖，破坏受罚，并防止保护成本高而破坏代价低的状况发生，使可持续性发展建立在符合经济规律的基础上。

美国草地 70%为私人所有，30%为国有(联邦或州政府)。对草地的管理和利用，一方面有法律法规，另一方面，将草地出租，实行收费制度按经济规律管理。如 2003 年，联邦政府的土地按 1.35 美元/家畜单位·月，西部各州州政府的土地平均按 12.3 美元/家畜单位·月，西部私有土地平均按 11.1 美元/家畜单位·月严格实行草地出租和收费管理，保证了草地的可持续发展。

甘肃甘南有的地方，配种季专用的草地也是公有，但实行了责任承包，对使用者按放牧家畜数量和时间严格收费管理，同样保证了草地的合理使用和草地健康。

2. 划分草业生态经济区和草地资源类别，实行分类经营

我国幅员辽阔，自然环境复杂多样，按照一定的生态与经济分布规律，划分草业生态经济区，发挥区域特点和优势，因地制宜地规划和指导农牧业生产具有十分重要的意义。在科技部的支持下，由任继周院士主持，我们曾将全国划分了 7 个草业生态经济区，并提出了相应的发展对策和建议。拟在进一步完善生态经济区划分的基础上，根据人们目前对草地资源多功能性的认识和保证草地可持续发展的需要，对草地资源按其主要功能进行分类，如划分为生态保护型、放牧经营型、休闲娱乐型、兼用型草地等，再按不同类型，各有侧重，分类经营或分类管理，这样就更有利于草地资源的保护和利用。

3. 鼓励公众参与，发挥各方在草地资源可持续管理中的积极作用

在美国、加拿大和澳大利亚等国，草地资源管理大致都经过了谋求草地最大产草量和畜产品产量的所谓“掠夺式经营阶段”，逐步走向了注重保持草地的长远健康、维持草地生态系统的以可持续性发展为目标的可持续性管理，这种管理模式越来越多地得到了人们的认同。

具体做法，就是在宣传可持续管理理念的同时，逐步建立可持续管理模式，如放牧体系必须与草地的数量、质量、水源等特点、生产力以及牲畜种类、数量等相匹配。对生态敏感地区，如河岸地和湿地、濒危植物和野生动物物种的栖息地、不稳定的小流域等，实行限量放牧或完全不放牧；监测草地、饲草的生产与使用状况，利用监测结果与经验，调整和完善管理体系；通过组织放牧协会、小流域理事会等各种利益共同体，让受益者共同参与可持续性管理，从而达到可持续发展的目的(Bruce Van Haveren，2003)。

发达国家在历史经验教训和长期管理实践的基础上建立起来的可持续管理模式，对我国具有十分重要的借鉴意义。我们应当在不同范围，如牧户、村、乡、县或一定的流域、区域范围内进行试验和示范，建立起适合我国国情的可持续管理模式。

4. 选择草业可持续发展的技术路线与技术措施

退耕还林还草、植被恢复建设的重点地区选择，应以黄土高原水土流失区、农牧交错带北

侧、长城沿线风沙危害严重地区，耕地坡度大于25°以上的山地地区为主，应相对集中连片的地区，而不必过于分散。

退耕还林还草的植物种选择及草灌乔的合理配置应遵循：降水在400 mm以下的干旱和半干旱地区，特别是200 mm以下的荒漠草原地区，植被建设应以草灌为主，以封育为主，不提倡还林，不提倡大面积培育人工植被。应主要通过保护、利用生态系统的自我恢复能力，依靠自然力量恢复植被。否则，不但代价过高，也难以持续。

在草与畜的关系上，既不能认为草地饱和、生产到顶而无所作为，也不能认为“人有多大胆，地有多高产”，为所欲为，而要增草增畜、建设养畜，建立草畜之间发展的动态的平衡。

在“放牧”与“禁牧”的关系上，除少部分必须完全禁牧的地方外，大部分地方要实行划区轮牧、封育轮牧，防止由过去不加控制的滥牧变成不顾实际情况的完全禁牧，走向另一个极端。协调两者关系的关键在于管理，“法管人—人管畜—畜管草”，人、畜、草协调发展。

在草地利用率上，坚持“吃一半留一半”的原则，即对一般的典型草原，保持50%左右的利用率，对于高寒、荒漠草地，利用率应更低一些。以往多提倡70%～80%，甚至更高的利用率是不适当的，更不能吃光吃尽。

在沙化和退化草地的防治上，不要沿袭先破坏后治理的老路，等退化了再去治理，而要防患于未然，预防优先，有重点地治理。

通过这些重大措施的有效实施，使草业逐步走向健康与可持续发展的道路。

五　做好实施可持续管理的几项基础性工作

为了落实科学发展观，走草业可持续发展之路，建议近期特别关注如下一些工作。

(1)强化“立草为业”及钱学森沙草业理论重大意义的宣传，加强国家层面对草业的统一管理，明确和发挥草业在实施国家可持续发展战略中的地位与作用。

(2)改革、完善、落实草地资源产权制度和政策法规，特别是草地全面长期承包、有偿使用、有偿转让等政策，解决草原上违法成本低、守法成本高等问题，用法律和经济手段管理草地资源。

(3)尽早进行新一轮全国草地资源的调查，完成草地退化状况、生态生产力和资源承载力评价，摸清“家底”，为保护、合理利用和可持续发展提供基础。

(4)研究制定全国草业可持续发展战略和中长期发展规划，制定草业与草业科技发展蓝图，科学有序地发展我国草业。

(5)坚持做好目前正在进行的草业各类研究和工程项目，如天然草原保护工程，退化草地恢复工程，人工草地建设工程，退耕还草工程，退牧还草工程，牧草种子繁育工程，草地保护工程等。这些项目是国家、地方、企业、经营者的资金、人才和技术的载体，是科技与生产结合的桥梁，也是产业化发展的雏形，更是国家支持草业发展的机遇，应当充分发挥这些项目的作用。同时加强对项目的监管和引导，落实项目的法人地位和业主负责制，建立可持续性的项目管理和运行机制。通过项目的实施和优选，真正造就一批有竞争力、有影响力的龙头企业和优秀企业家，带动草业向产业化和可持续方向发展。

作者简介：

张自和，男，1944 年出生，甘肃省会宁县人，甘肃农业大学畜牧系草原专业毕业，二级教授，博士生导师，享受国务院政府特殊津贴，是甘肃省优秀专家。先后担任并兼任甘肃草原生态研究所研究员、所长，农业部草地农业生态系统学重点开放实验室主任，兰州大学草地农业科技学院教授、博士生导师，草地资源与信息管理研究所所长，中国草学会常务理事，草地生态专业委员会副主任、主任，草坪专业委员会理事、副主任，中国系统工程学会草业专业委员会副主任，甘肃省建设专家委员会风景园林专业委员会副主任，环保部国家级自然保护区评审委员会第五届委员等职。

他一直致力于草原生态、草地农业和草坪科学科研、教学及业务管理等工作。先后参与国家、部、省及国际合作等重大和重要科研项目 20 余项，获国家科技进步奖 3 项、部和省级科技进步奖 8 项，发表论文 80 余篇，主编与参编著作 20 多部。

草在国民经济建设中的重要作用

王明昶



农业生产，其终极目的是：(1)生产出足量的、多样的、优质的农畜产品，满足国家与社会的需要；(2)增加农牧民和国家的经济收入，使农业较快地发展，农牧民生产生活水平得到较大的提高；(3)保护与逐步改善农牧业生产环境。

农牧业生产的实质是能量与物质的转化，即使太阳能转化为有机物质——农畜产品。当前在我们的工作中对牧草的农业环境保护的重要性，及其在农业生态系统中的地位普遍缺乏应有的认识。

党中央、国务院领导同志近年来曾多次提出，西北地区要"种草种树，发展畜牧，治穷致富"。这是改造大西北的方针，是西北地区搞活经济的战略决策，是改变大西北自然环境的重要指示。

绿色植物可以借助太阳能，吸收二氧化碳及土壤中的必要化学成分，生长壮大，制造植物性有机物质，产生粮、棉、油、糖、麻、花、果、菜、茶，以及牧草、纤维、木材、药材、橡胶等人类赖以生存的生活必需物质。植物性生产也叫做第一性生产。因此，绿色植物为生态环境中的生产者，而人类及其他动物、昆虫等，就直接利用植物为生活资料这一关系而言，则为消费者。动物性生产即第二性生产。当然，人类是比较高级的消费者，不仅仅可以直接利用植物，还可以直接利用动物，如牛、羊、鱼等为生活资料。这是间接利用植物的一种形式。

从上述植物、动物、人类的生存关系中可以看出，植物，特别是绿色植物是生命物质的丰富渊源，是最基本的东西。因此，没有绿色植物，人类的生存将不可想象。

中国古代自然环境是优美的，水草丰茂，人民以雏猎为生，只因为"以农立国"("农"指粮食)的指导思想根深蒂固，忽视牧业发展，形成"古之民素食"(《墨子・辞过篇》)。但肉类等动物性食品毕竟是保养身体的佳品，因此除统治者可以享用，素民百姓常"七十者肉"(《孟子・尽心篇》)。普通人民大众，不年过七十岁一般是没有资格吃肉的。因为供雏牧和可以狩猎的蓬蓬丰草，都被开垦为农田种粮食了，大面积的肥沃草地缩小了，草食动物的发展受到限制，开始出现"六畜以猪为首"的畜牧业生产结构，从而粮同草更加对立，人们视草为大敌。

草，常常有被用为贬意之辞，如"草民"、"草贼"、"草寇"、"草头王"，说一个人"无能"时常用"草包"一词加以比喻。草成为一文不值的"废物"、"贼货"，岂不知草在国民经济建设和人民的日常生活中，作用非常重要，是一刻也离不了的。

一　我国种草的历史

人类种草事业的开始，据记载远在史前时期。据文献记载，苜蓿草是栽培牧草中比较古老的牧草之一。在公元前470年或490年，首先由波斯开始栽培，再由波斯传到希腊，然后传到意大利等欧洲的一些国家。我国栽培苜蓿草的历史悠久，早在公元前156—前87年汉武帝时期，张骞出使西域，沟通东西方关系时，曾带回大批作物、水果的种子，在今西安等处种植，除苜蓿草种子外，还有葡萄、核桃、洋葱、大蒜、芫荽（香菜）等。

我国古代有人对草颇为重视，并加以研究，认为"菜谷均为草部"，将草视为农业的源本。只是由于农业科学（指粮食）发展较快，成为独立的科学，而对于草的研究逐渐慢了下来。

我国关于草的研究，有丰富的宝贵资料。民间传说中遍尝百草的神农所著的《神农本草经》比较系统地记述了草（植物）。另有，苏敬等人编撰的《唐本草》（659年），唐慎微编撰的《证类本草》（约1082年），王好古撰写的《汤液本草》（1298年），李时珍撰写的《本草纲目》（1590年），等等。李时珍是植物学的鼻祖，他的《本草纲目》被认为是植物研究的经典巨著。李时珍对植物的深入研究在当时是最系统、最完整，又是时期最早的。特别是李时珍应用植物为人医病，开创了古中医学的新天地。李时珍对人类做出了巨大贡献。

对草类的研究，还有刘若金的《本草述》（1699年），吴仪洛的《本草从新》（1757年），吴其浚的《植物名实图考》（1884年）。吴其浚依据草的特点和生态、生境等，将草分为山草、石草、湿草、水草、毒草、芳草、蔓草七大类。

从食用角度研究草类，我国也大有人在。如，朱橚的《救荒本草》（1406年），王颖的《食物本草》（1506—1521年间），王磐的《野菜谱》（1524年），鲍山的《野菜博录》（1621年），沈李龙的《食物本草会纂》（1691年）等。

古代也有从花卉欣赏角度对草类进行研究的，这里不一一列举。

我国古代涉及到草类的重要著作很多。如贾思勰的《齐民要术》，王祯的《王祯农书》（1313年），徐光启的《农政全书》等。

从上面所举的事例及古代重要著作可以看出，草同国计民生的关系甚为密切。

二　草具有重要的经济价值

1. 草与土的关系

我国祖先，早已揭示了草与土的密切关系。草与土壤的生草观，明确指出了有什么土，就生什么草，生什么草，必然有什么土。如《管子・地员篇》中指出："凡草土之道，各有谷造，或高或下，各有草土，凡彼草土……各有所为。"指出了十二种草由水生到陆生的生草趋势和规律。

2. 草与肥的关系

以草肥田的办法自古有之，称为绿肥。具体做法是将休闲后生长有杂草的土地，利用整地将杂草翻压到土壤耕作层中，待其腐烂成有机肥料后，再行种植。这种耕作制在战国和秦汉时期就已经开始了。

种植牧草特别是豆科牧草，提高地力的效果尤其明显。因为苜蓿草、草木犀等豆科牧草根

部有根瘤菌着生,它可以把空气中的氮元素固定下来并将其变成有机物质。每亩草木犀种植当年可以固定氮元素 17～19 斤,相当于 85 斤硫铵氮的含量。一亩地的苜蓿草三年可固定氮元素 28～36 斤,相当于 90～110 斤硝酸铵的氮肥。种植绿肥一般能使粮食增产 20%～30%,特别是低产田的增产效果更为显著。

草是固定太阳能的巨大工厂,绿草每年所制造的有机物质积蓄的能量,大约与全世界每年消耗的能量相当。这些有机物质大大改善了土壤的肥力,也丰富了世界的生命物质。草所制造的有机物质,约三分之二在地下,三分之一在地上。地下部分可以改良土壤,地上部分又是很好的饲料或其他原料。

苜蓿草、草木犀的强大根系入土较深,可把土壤深层无机盐吸收到根部,并输送排放到表土层内,改善土壤结构。如被吸收的磷,除直接供应茎叶种子的生长发育所需外,大约有 50%留在根部,根系死亡枯烂后就丰富了土壤磷的含量。

3. 草可以保持水土

当前世界各地水土流失严重。全世界每年流失表土约 240 亿吨,陆地上每年每亩土地流失表土 214.77 公斤。黄河中上游水土流失量居全国首位,流失面积约为 5 亿亩,水土流失不能只看做流走的是沙和泥,其本质是“滔滔河水向东流,流走的都是粮和牛”。上述水土流失地区,面积为 53 万平方公里,占国土总面积的 5.52%的黄土高原,如其水土流失的严重状况不能缓解,这里的6000万居民的生计,必将受到更加严重的威胁。

水土流失之所以产生是多年来,开荒种田、砍树刨根、斩草除根、破坏大地植被的结果。

草类植被的地上和地下部分,对地表和土壤构成一个很好的保护层,可以防止水土流失。其叶面积的总和同所处地面的比率接近于森林植被。草类植被对于降水有着惊人的拦截能力。由于各种草类之不同,其对降水的拦截率为 17%～60%。这种拦截降水的作用,直接减少了地表径流的形成,减轻了水流对地面的冲刷作用。植物的根系在地下可将土壤紧密的盘结,增加了土体的机械抗力,有效地减少或控制了水土流失。覆盖着植被的土壤表面,分布着无数个小孔隙。降雨可以顺着小孔隙迅速地流渗入土壤深处。由于土壤吸收水能力强,必然减少地面径流,并在地下汇集成地下水。

地面生长的植物和枯死的地被植物,可以拦截降水,有助于渗入土壤深部,对地表起到保护作用。

4. 草可以防风保土固沙

草地植被可以防风,“寸草遮丈风”。首先是因为植被着生增加了地面的粗糙度,产生阻力,减少或不具有“光滑面”,起到了减低地面风速的作用。产生风蚀的动力被削弱或消除了,土壤风蚀程度自然会减轻或停止。

其次是草地植被具有上述防风保土固沙作用的同时,由于草地植被覆盖地面,起到防止或减少土壤水分蒸发、减轻干旱的作用。凡是植被丰茂的地方,由植被本身水分蒸腾作用等原因形成雨云,有增加降雨量的作用。在干旱和半干旱地区、水土流失区植树种草,特别是种草,种植灌木等,在防止土壤风蚀和保持水土方面具有决定性作用。

草在水土保持方面的作用是巨大的,如上述草的茎叶可遮挡降雨,避免雨滴直接打击地面,株丛密集可阻缓径流,拦截泥沙;根系交织可疏松土壤,增加土壤渗透性,帮助土体抵抗侵

蚀;根系和枯枝落叶又给土壤以丰富的有机质,提高土壤肥力,这是从根本上提高地力的有效办法。

同林地比较,草地保持水土有三大特点:

(1)种草成本低、见效快:种草当年或第二年即可蓄水、保土、防风、固沙,灌木要三年,乔木则需五年;

(2)草地植株密度大,每亩可达数万株以上,其土表裸露面积较小,水保效益种草初期尤其明显;

(3)牧草根系分布于土壤浅层,多在30厘米以内的耕作层,自土壤表层即有分布。紧贴地面的茂密茎叶同根系构成保土草皮,有效防止表土的侵蚀。灌木水平根分布于地表10厘米以下,乔木则为20厘米以下。故林地在枯枝落叶层和牧草植被未形成前,尚不具抗御表土侵蚀能力,但防止强大径流及深切沟的侵蚀以及滑坡塌方的能力,则以林木根系效果为好。林草结构改善农业生产环境,制止水土流失,涵养水源的效果最佳。

据纳林川试验,种植四年生柠条的陡坡较荒坡减少径流73%,减少冲刷量66%。单丛七八年生柠条固土范围可达13.6平方米,每亩柠条8～10丛以上时,十年后可固沙保土8～10吨。据兰州沙漠研究所在乌审召测定,每亩流沙地种植240丛沙柳、沙蒿和其他草类,四年可固定沙丘,近地表风速由八级降到五级。

5. 草可以美化环境、净化污染

花草不仅可以吸收二氧化碳,还有吸收其他有毒气体的作用。如米兰可以吸收二氧化碳和氯气;美人蕉可以吸收氯气;万寿菊可以吸收氟化物;郁金香、萱草、唐菖蒲对氟化氢很敏感;毛萼鸭拓草除对农药、二氧化硫、亚硫酸钠以及工厂、汽车废水废气很敏感外,还可以用来监测放射性物质。

6. 种草养牧、发家致富

我国人民的动物性食品比重不到5%,而一些畜牧业比较发达的国家已经达到88%～90%。我国每人每日从食品中吸收的热量约为2500大卡,低于世界平均水平。

发展畜牧业生产,改善人民生活,增强人民体质,任务紧迫!

(1)在农村提倡种草养畜:可利用宅旁、路旁、撂荒地、荒山、荒坡、荒滩、荒岭、荒沟等处植草发展牛羊兔等养殖事业,畜粪肥田,增产粮食。实现草多、畜多、粪多、粮食多、毛多、肉多、奶多、蛋多、鱼多的农牧结合的良性循环生产局面。

实行草田轮作,适当提倡种草肥田,摸索经验,逐渐推广。

(2)广大草原牧区也需要种草:多年来,人们对牧区草原产生误解,认为野生牧草是用之不尽的,"野火烧不尽,春风吹又生",养畜无需要种草,牲畜也可以"无限"发展。事实证明推行草原合理利用,维护草原植被,有利于防止过度放牧,减轻退化。

由于人工种草和青贮玉米密度高,叶面积指数大,光能利用率约为野生牧草的3～5倍。

人工种草、种植青贮玉米的办法,可以充分发挥草原地区光热同期的自然优势,是增加贮存青草、干草、青贮饲料和其他饲料的最为有效的办法。这样可以解决冬春饲草之不足和干旱年份草料欠收的问题,使牧草和饲料在季节、年度之间得以平均供应,优良豆科牧草的粗蛋白质含量一般达到15%～20%时,不加喂精饲料,可以保证牲畜的营养需要,大量减少冬春季节

牲畜掉膘和死亡。

内蒙古广大牧区春季干旱、风大、温度低，且多有晚霜，春季种草，往往失败。因此只能避开干旱季节种草，在雨季或雨季到来之前进行浅耕翻播种，及围栏封滩育草。因为此刻恰值雨热同期，光照充足，草比较容易成活。这样的种草方法叫做“躲旱用雨种草法”。

“躲旱用雨种草”还应结合“躲旱用水”。从地形分布来看，土中水分的分布是由高向低逐渐增多的，最低点有时形成丘间盆地湖泊（淖尔）。另外，河床（包括间歇河床）两岸、山前冲积扇及洪水经路等处土壤都比较肥沃松软，通透性强，水分状况好。特别是淖尔（湖）的四角，其土壤及小气候条件尤其优越。这些小地形，占内蒙干旱草原区的5%～10%。试验证明充分利用这些地段，种植牧草、青贮饲料作物是成功的，作用巨大。

种草还有利于贮雪，变雪灾为水利，发展人工草牧场，改变靠天养畜的习惯。

7. 种草还会从其他方面获得经济效益

（1）种草养鱼。内蒙水面资源比较丰富，可利用水面766万亩，接近全国可利用水面的十分之一。除黄河、辽河、额尔古纳河等几大水系外，还有达赉湖、达里诺尔湖、岱海等十万亩以上的大型湖泊7处，中小型湖泊509处，经济鱼类共40多种，渔业资源比较丰富。

牧草可以直接做饵料，因为杂食性鱼类、草食性鱼类的食饵主要是草。另外水草在生长的过程中，能将各种氨基酸、糖分等源源不断地释放到水中，促进浮游生物的大量殖生，成为鱼类的最佳食饵，使鱼类快速生长，提高产量。水草又是某些鱼产卵、栖息的场所。发展水草、种草养鱼是发展渔业生产的重要措施之一。

种草养鱼前途广阔，在水库、池塘附近或在精养鱼场四周可以种草喂鱼。苏丹草、苜蓿草、红豆草等都是某些鱼类的良好饵料。除直接收割加工草料投喂以外，还可以先喂牛羊等牲畜，然后用畜粪喂鱼。这是充分利用绿色能源的最经济途径，是完全符合能量流动和物质循环过程中的自然规律的，是充分利用草类能量和物质的有效方法。

（2）种草养蜂。蜂蜜不仅是糖料，供人们直接食用或填作食品加工原料，更是重要的健身补品，具有药用价值。如蜂蜜可以清肺、润肺、健身。

蜂蜜不像白糖那样会加重胃肠负担，使多余的糖变成脂肪积蓄在体内。它含有人体所需要的大部分矿物质。如有益于身心的钾，起镇静作用的镁，强筋健骨的钙，增补血液的铁、铜，健脑的磷和有益身体的各种维生素、有机酸、氨基酸、无机盐和促进身体生长的生物素、酶等。其中维生素C的含量比牛奶多3倍，维生素B_2的含量相当于葡萄、苹果的16倍。

农作物、林木、果树等有不少都是蜜源植物，但花期集中、时间短。草则有一些是比较好的蜜源植物，如苜蓿草、草木犀、红豆草、山厘豆、野豌豆等。由于草的种类比较多，花期不一，同农作物、林木、果树等相互配合，可以解决花期短的问题，弥补其不足，丰富蜜源。同时由于蜜蜂在追花采蜜的过程中，起到传花授粉作用，使粮食、油料及牧草种子等增产。

（3）开展工业、副业生产。我国素有利用草等植物发展工业和家庭副业的丰富经验，在国际上享有盛誉。如草编每年都要为国家换回大量外汇。这些产品一般是成本低，但产品高档，甚至是变“废”为宝，是一本万利的行业。

工业方面，可利用草类提炼香料、饮料、鞣科、油脂、人造纤维、生物农药等，还可以加工成为高级纸张。

草和林业、农作物等都是绿色植物。绿色植物是自然生态系统中的生产者，是所有消费者

（包括草食动物和人类）的生命基础。因此，没有绿色植物，所有的消费者都将不复存在。种草要注意适地适种，要依据自然气候区划选择品种，另外要结合种草的目的选用品种，如防风固沙，保持水土，发展牧业，养鱼、净化污染，或是美化环境等。

内蒙野生草类有1000多个品种，资源是比较丰富的。内蒙牧草有“三宝”——冷蒿、柠条和羊草。这三种草适应性很广，在发展畜牧业、养鱼、防风固沙、保持水土方面都比较适合。羊草主要适合土壤比较疏松、水分状况比较良好的湿润地区；冷蒿则适合于比较干旱寒冷的广大内蒙高原地区；柠条，又称锦鸡儿，主要适合于半荒漠和干旱地区。这三种牧草（柠条是灌木），也可以搭配种植，这样可以提高他们的效益。

大力开展种草是一场革命，首先要革掉旧观念，彻底改变怕草、蔑草、欺草、贬草、丑草、烦草、敌草、灭草的落后认识，逐渐形成一种护草、亲草、崇草、敬草、颂草、赞草，近而到种草、养草和科学用草的社会主义新风尚！让草为实现四化，振兴中华做出贡献。

作者简介：

王明昶，男，1936年8月出生，辽宁省昌图县人，1953年毕业于东北农学院畜牧系，中国农业科学院草原研究所研究员。1963年负责组建内蒙古自治区草原科学研究所，即现在的中国农业科学院草原研究所。曾任内蒙古自治区人民政府科学技术顾问委员会委员，中国草原学会副理事长，中国草原学会草原生态学会副理事长，内蒙古草原学会副理事长，内蒙古草原学会草业系统工程学会理事长，内蒙古自治区农牧业委员会副总工程师，《中国草地》、《内蒙古草业》、《草业科学》等刊物编委及美国草原学会会员。

他在国内外发表学术论文50多篇，主要著作有：《怎样提高皮毛质量》、《草业与草业系统工程》、《草原草业系统工程》、《草业系统工程理论应用与研究》。

大农业与大农业循环经济理论

孙以川　陈沈斌



1991 年至 1994 年，我国著名科学家、中国科学院、中国工程院院士钱学森与著名海洋经济学家、战略学家张海峰先生在通信中共同商榷如何建设大农业专论时，对“大农业”做了全面阐述（见图 1）。

按照马克思提出的产业革命概念，钱学森院士将迄今为止人类社会经历过的产业革命划分为五次：第一次是原始农业革命，第二次是手工业革命，第三次是大工业革命，第四次是商品国际化革命，第五次是尚在进行的信息革命。他提出，21 世纪将进入现代生物科学技术革命，这将是人类有史以来的“第六次产业革命”，其主战场就在大农业。

关于如何“建设大农业”，钱学森和张海峰在通信中提出了三个非常重要的论点。第一个论点：大农业观点，即中国农业的发展，必须走“农业、海业、林业、草业、沙业”并举的大农业道路。第二个论点：农业的根本出路是利用高新技术改造农业。第六次产业革命（即现代生物科学技术革命）的主要目标是用高新技术改造农业、装备农业，从根本上提高农业生产力，富裕农民，推动我国加速实现现代化的进程。第三个论点：提高全民族，特别是各级领导干部的海洋意识，把科学开发利用海洋资源、发展海洋经济和海洋农业摆到国家总体发展战略上来，这是解决我国面临的人口、资源、生态、环境矛盾的战略举措。海洋资源是我国 21 世纪可持续发展的物质资源基地。

一　大农业

钱学森认为，“第六次产业革命”是以微生物、酶、细胞、基因工程为代表的生物工程革命，到 21 世纪将发展成为以动植物工程、药物以及疫苗、蛋白质工程、细胞融合、基因重组等为核心的生物工程产业，它的产业化将创造出高效益的物质生产，将引发新的产业革命，其主战场将在“大农业”领域。这次产业革命的实质是以太阳光为能源，利用生物（动物、植物和菌类）、水和大气，通过农、林、草、畜、禽、菌、药、渔，通过工、贸等途径，形成新的知识密集型产业，即开创“大农业生产”，包括新型的农产业、林产业、草产业、沙产业和海产业，等等。如此发展起来的各类新型产业，除生产的产品不同外，在生产方式上已无实质上的差别，将可能最终消灭工业和农业、城市和农村的差别。

国务院发展研究中心 国际技术经济研究所

张海峰同志：

我很高兴看到您的报告《关于我国海岸带和近海资源综合开发利用战略问题的几点意见》，我很赞同。

前些年我提出过知识密集型海产业的概念，是作为21世纪又一次产业革命、第六次产业革命的一个内容。附上拙作，请指教。

此致

敬礼！

钱学森

1991.6.20

100037

本市海淀区增光路47号一楼202号

张海峰同志：

您8月31日信及《21世纪初世界海洋经济发展趋势和我国海洋经济发展战略的探讨课题研究申请报告》、《第六次产业革命和海业科学技术——海洋生物发展战略研究》今天才见到，一个半月了，大概信址不确切所致。

我很高兴地知道您对"海产业"有兴趣，因第六次产业革命中的其他四大，农产业、林产业、草产业及沙产业现在都在研究（农、草在国家农业部，林、沙在国家林业部），就差海产业了。我也见《人民画报》1991年9期2-7页有《人与大海——山东荣成印象》的报道，也实际上讲了海产业在我国已有了开始。您选的课题是大有可为的。

但我不是这方面科学技术的专业人员，也没有这方面的工作经验，找我当课题的带头人是不合适的。其他四个农业型知识密集产业都在国务院部内，海产业也应如此，请您找国家海洋局。我知道海洋局局长严宏谟对海产业是有兴趣的，您何不与他联系？

希望您成功！

此致

敬礼！

钱学森

1991.10.21

100091

本市西苑同庆街10号 国际技术经济研究所

张海峰同志：

我们好久未通信了。我也一直在宣传海产业，惜尚未得到国家领导的重视。我们还要努力。

近读尊作《争取20-30年把中国建成海洋经济大国》（《国际技术经济研究学报》1994年3期），我很赞同！

只有一点：您文中说到我国淡水资源不丰，但未指出要开发海水淡化工业。这是我国21世纪必需建立的产业体系，包括生产淡水，钾肥，食盐，以及提取镁、锂等元素。目前经济发达的大连市就缺水严重，所以应建海水淡化厂。这一观点当否，请指教。

此致

敬礼！

钱学森

1994.12.8

图1 1991年至1994年，钱学森院士写给战略学家、海洋经济学家张海峰先生的三封信

今天，新的农业科技革命正在不断推动农业发展。全球性的新农业革命正在形成，其表现是：生物技术不断取得重大突破，培育出新的农用植物、动物及微生物新品种，研制出生物肥料、生物农药、生长调节剂等农业生物制剂；农业信息化正在成为新时期农业现代化的内容；新的农业技术与农业设施不断得到应用，成为高效农业的主要形式；农产品加工业正在成为一个新生的产业；节能、节水、节肥、节地、节饲料等可持续农业技术正在成为全球性的潮流；农业产业化、农村城镇化、农民知识化是目前农业现代化的重要内容；农业生产的领域和规模不断扩大，农业生产方式、农业技术高新化，管理信息化，市场国际化，世界农业正在出现新的发展态势。

二　大农业与传统农业

“大农业”观的提出，是人类社会发展到后工业时代，伴随着生物技术与生物经济、信息技术与信息经济、知识经济与创意产业等技术、经济与生产方式变革应运而生的新农业观。人类社会发展到后工业时代，传统工业经济体系及工业社会所固有的各类矛盾前所未有的激化，例如食品安全、生态破坏、环境污染、资源枯竭、社会问题增加等。“大农业”将为传统工业社会积累的“发展综合征”提供系统化的解决方案，探索后工业时代的农业与工业及各类新产业一体化发展的产业共生机制。

“大农业”首先区别于传统的“小农经济”生产模式，其次区别于传统概念下的“工业化农业”、“生态农业”和“循环农业”。其主要特点在于：

其一，“大农业”重视传统农业所一直“忽视”而不能大量开发和有效利用的第三大类生物资源，即微生物和小生物资源（第一大类是以水稻、小麦、玉米等为代表的植物资源，是传统种植业的生产对象；第二大类是以牛、羊、猪等为代表的动物资源，是传统养殖业的生产对象），并充分利用微、小生物资源来消化和转化传统农业生产过程中产生的各类有机废弃物，由此形成了生态循环系统的关键枢纽。

其二，“大农业”强调了生物产量的综合开发，而传统农业只利用了生物产量中有经济意义的部分，除此以外占生物产量一半以上的非经济产量构成部分被遗弃。例如水稻、小麦、玉米的秸秆，从生物产量来说和果实差不多，这些秸秆对于某些生物的营养食用价值不亚于谷物，一旦被这些生物食用，就有可能转化为人类所需要的经济产品，正如草一旦被奶牛食用，即有可能转化为对人类来说营养价值很高的牛奶。

其三，“大农业”强调生态效益、经济效益与社会效益的三效合一，而以经济效益为导向的传统农业常常忽视生产过程中生态系统的整体平衡对农业造成的长远影响。

在“大农业循环经济产业链”中，将不再有污染和废弃物的概念。大农业循环经济将一个区域看成一个大的资源系统，在这个资源系统中，产出经济产品的每一个环节所形成的废弃物均成为下一个环节的可利用“资源”。从而形成范围大小不同、层次高低不同的资源循环利用途径，使系统内一切“资源”都得到循环利用，成为符合人类需要的经济产品。我们在最大限度获取经济产品的同时，最大程度地避免“废弃物”的产生，最大可能地消除“环境污染”，从而实现区域经济系统的产出效益最大化与污染最小化的目标，真正实现可持续发展。

三　中国农业问题的主要表象

中国的农业在取得举世瞩目成绩的同时，也面临着巨大的困难和挑战。分析困难，探索发展之路，是改变农业发展方式的出发点。关于中国农业的问题已有许多专家、学者进行了精辟、深刻的论述，总体来看主要反映在农业的数量、质量和效益方面。

中国农业的主要的数量表象：①耕地与人口。我国现有耕地 18.26 亿亩（2007 年），与 2001 年相比减少了 0.88 亿亩；人口13.2129亿（2007 年末），与 2001 年相比增加4502万；人均耕地面积 1.38 亩，耕地面积减少的趋势将持续。②农业用水。我国年水资源总量约为27000亿立方米，人均水资源量仅为世界的 1/4，属于水资源脆弱国家，而农业灌溉用水占总用水量的 70%以上。2007 年农业用水和耗水分别占 61.9%和 74.6%。有关专家指出农业灌溉水利用率仅为每立方米产粮 0.8 公斤，不及发达国家的 40%。水资源短缺和农业用水的紧张状况将持续。③农产品产量与需求。我国以粮食为主的各种农产品产量总体上保持上升态势，但随着人口增长、城市化发展以及工业产业发展等对农产品需求将有大幅增加。农产品产量与需求的平衡将是一个需要长期关注的问题，有专家估计每年需增加 80～100 亿公斤粮食才能满足发展的需要。④国际市场。我国粮食种植面积每下降一个百分点，就需要多进口 500 万吨粮食；我国粮食进口量增加或减少五个百分点，国际商品粮市场的价格就会上涨或下跌 30%左右，从而影响到 30 多个发展中国家的经济利益。

中国农业的主要的质量表象：①耕地质量。水土流失、土地沙化、土地盐渍化、土地退化、肥力下降等，已成为必须关注的问题，而被污水、废弃物等污染的耕地约占十分之一以上。②农业用水质量。世界银行最近的报告显示：每年有约 250 亿立方米的水因受污染而不能使用；有 240 亿立方米地下水被超采；农业用水受到工业废水、城市居民用水污染以及化肥、农药等面源污染，对农产品的品质造成较大影响。③农产品质量。土壤和水的污染造成有害物质在农作物中积累以及通过饲料在畜禽鱼中的累积，再通过食物链进入人体，从而引发各种疾病，最终危害到人们的健康。

中国农业的主要的效益表象：①农业比较效益下降，农业收益减少。受能源等因素的影响，农业生产资料和饲料价格上涨，使农民种粮亩均支出增加，养殖成本加大。2007 年全年农村居民人均纯收入4140元，改革开放 30 年来平均每年增长 7.1%，但其中 50%以上的纯收入来自非农及进城务工。②城乡收入差距。2007 年国家统计局发布的公报显示，城乡收入差距呈继续扩大之势，达到 3.33∶1，是改革开放以来城乡居民收入差距最大的一年。③其它。农民就业难度加大、自然灾害频发也是造成农民增加收入困难的主要因素。

农业问题的表象还可以列出一些，这些问题的解决需要动员全社会的力量，通过科技创新及多方面共同努力才能解决。大农业循环经济的理论与实践正是在探索解决中国农业问题的过程中提出的。

四　大农业循环经济理论的形成与发展

从 1991 年钱学森院士“大农业”观点的提出至今，大农业循环经济理论在实践中得到了不断的完善和发展。

大农业循环经济理论体系由“三色农业”体系、“腐屑生态系统”、“信息空间体系”和“物质与能量循环”体系构成。各组成部分在实践操作过程中是相互依存、相互渗透、互为资源、互为条件，有时也存在重叠或交叉的复杂关系。

“三色农业”是中国农科院包建中研究员提出的。白色农业是以生态系统工程、细胞生物工程和分子生物工程全面综合组建的工程农业。由于它是在高度洁净的工厂内进行生产，工作人员统一穿戴白色工作服从事劳动，所以被形象地称为“白色农业”。绿色农业是以绿色植物通过光合作用利用太阳能，形成陆地生物产业链的物质和能量循环的源头而形成的农业产业体系。传统农业大多属于绿色农业的范畴。蓝色农业是指海洋种植业、养殖业、捕捞业。“三色农业”思想是大农业思想体系的创新与发展。

腐屑生态系统。“大农业”重视传统农业所一直“忽视”的第三大类生物资源，即微生物和小生物资源，并充分利用微生物和小生物资源来消化和转化传统农业生产过程中产生的各类有机废弃物，由此形成了腐屑生态系统。腐屑生态系统是大农业循环经济系统的关键枢纽。山东农业大学的刘玉升教授在跟随包建中研究员研究“三色农业”的过程中，提出了“构建腐屑生态系统，开辟农业生产新战场”的观点。

信息空间体系和物质与能量循环体系。北京华夏九州农业科技研究院在进行大农业产业实践的过程中，认识到信息化手段和创意产业运作体系在构建大农业循环经济产业链过程中的重要地位和作用，将“信息空间体系”和“按照物质与能量循环设计的现代系统农业生产体系”作为重要一环加入到大农业循环经济理论模型中。“信息空间体系”代表了从产业孵化器到创意产业和共生资本的一系列社会运作体系，其本质在于：人的主观创造性主导的社会系统对于自然系统的把握。信息空间模式的目标是通过全通道、多媒体与信息化手段的综合运用，使作为产业中枢的大农业孵化器能够实现“现实世界”、“信息世界”、“数字世界”三个世界之间的一体化高效联结。“按照物质与能量循环设计的现代系统农业生产体系”从科学角度阐述了物质与能量的转换关系，以及相关体系包含的能量流、物质流、信息流和物流的设计与科学测定，从而完成指导整个低碳循环产业的设计。

自 1991 年在与钱学森院士的探讨中接受了大农业观点之后，张海峰先生一直从本专业出发，致力于研究作为大农业体系重要组成部分的海洋农业，即“蓝色农业”。2004 年，他经过深思熟虑，大胆地提出“海陆统筹”的战略思想，“统筹海洋、陆地两大资源与生态体系”，实施“海陆统筹、兴海强国”的整体战略，树立科学的海洋观，形成完整的、全面的统筹观，提出了中国需要且必将进行海陆产业结构大调整的重要观点。这一观点在 2005 年中央两会期间曾引起很大反响，被一些代表和委员作为重要议案、提案提出。海陆统筹战略是指导大农业实践方向和理论体系构建的重要战略思想。

大农业循环经济理论是建立在生态学基础上的。从生态学角度分析，自然界生态系统中包含一个循环原则、两条食物链、三大生物资源。一个循环原则即自然界中的各类生物依据生产功能、利用功能、转化功能之间的关系，生生不息，无限循环。

五　探索农业发展新方式

21 世纪中国农业的变革，将从传统绿色露天生长“单相形态”的生产方式，演进为“多相形态”的生产方式，即：绿色“露天农业”与白色“工厂化现代农业”并存；绿色、白色“陆地农业”与

蓝色“海洋农业”并存。同时表现形式多样化，有“光伏发电”与“工厂化现代农业”相结合的“光伏农业”；新能源与多相农业结合的“新能源农业”等。农业“多相形态”生产方式和多种表现形式的出现，将是人类社会历史上具有划时代意义的伟大变革。

大农业产业实践旨在推动农业的三个战略调整：一是将由植物、动物资源组成的“二维结构”传统农业，调整为由植物、动物、微生物资源组成的“三维结构”新农业，进而完成生产方式变革。众所周知，在自然界中植物是生产者，动物是消费者，微生物是分解还原者。只有地球生物圈的良性循环，生生不息，才有人类的生存繁衍条件。由此可见，“三维结构”农业（植物种植业、动物养殖业、微生物发酵转化业）是一种资源良性循环、可变废为宝、符合可持续发展战略的新农业。二是将单纯陆地生物资源的开发利用，调整为海洋生物资源与陆地生物资源同步开发利用，创建陆地、海洋并举的新农业与新生产方式。三是将自古以来“人畜共粮”调整为“人畜分粮”的农业新模式。

北京华夏九州农业科技研究院在积极探索现代系统农业发展方式转变的同时，按照系统科学观点，遵照生态学基本原理，以追求最佳循环经济效果为目的，创造性地将种植、养殖和小生物（包括微生物）技术与现代成熟的制造、能源、信息等多种技术相结合，形成绿色、生态、高效、环保的大农业循环经济模式。经过多年实践，证明这是解决农业发展问题、促进农业生产方式转变的一种有效形式，也是我们正在积极探索的“现代系统农业”的表现形式之一。

“现代系统农业”生产方式具有空间分布、有机和谐、内外循环的农业系统特征。它是利用微生物和小生物强大的喜食腐屑，并生成大量高蛋白和下脚料产品的功能，将农作物秸秆、杂草、人畜粪便、生活垃圾等废弃物转化为养殖业所需要的饲料和种植业所需要的培养基。植物是生产者，人类和动物是消费者，微生物和小生物是废弃物的分解者和还原者。现已经并正在利用这一自然规律和循环经济理念，充分发挥人的创新能力，将有关产业、学科、技术领域取得的成果进行有效技术集成，创造性地形成绿色、生态、高效和环保的大农业循环经济生产模式，为我国农业面临的一些问题探索解决之路。经过十多年的努力，已经形成了若干循环技术体系和产品（如立体种养系统、智能补光系统、能量循环系统、目标微生物生产系统、生物培养基生产系统等），实践了绿色、生态、高效、环保的大农业循环经济生产模式，取得了明显的社会效益和经济效益。

六　大农业循环经济模式可能的贡献

从大农业集团的实践看，这一模式的可取之处有：①可以有效地节约耕地，增加耕作面积和水的利用效率；②能够方便地实现标准化和规范化的农业生产，实现终端农产品优质、安全、营养、健康；③充分利用可再生能源，高效利用常规能源，形成能源的科学流转与利用，达到节能减排、保护环境的目的；④能够将生产环节和生活中产生的废弃物循环利用，有效地解决城市、企业及农村环境污染问题；⑤自动和半自动控制立体种植、养殖系统，大大增加了单位土地面积的产量，实现并获得数倍的经济效益，改变了农业比较效益下降的状况；⑥能够促进城市、农村就业和劳动力转化，增加城市居民、企业、农民收入；⑦有效解决城市和各地企业沉淀下来的不良资产问题，可以将废弃厂房和设备等加以充分利用，略加改造即可成为大农业的生产加工基地；⑧这种模式推广的过程中，向广大城市居民和农民进行了科学技术的普及；⑨大农业循环经济模式具有广泛的适用性、自我生长性，可快速推广，是解决中国某些农业问题的有效

途径。大农业循环经济理论资源循环图如图 2 所示。

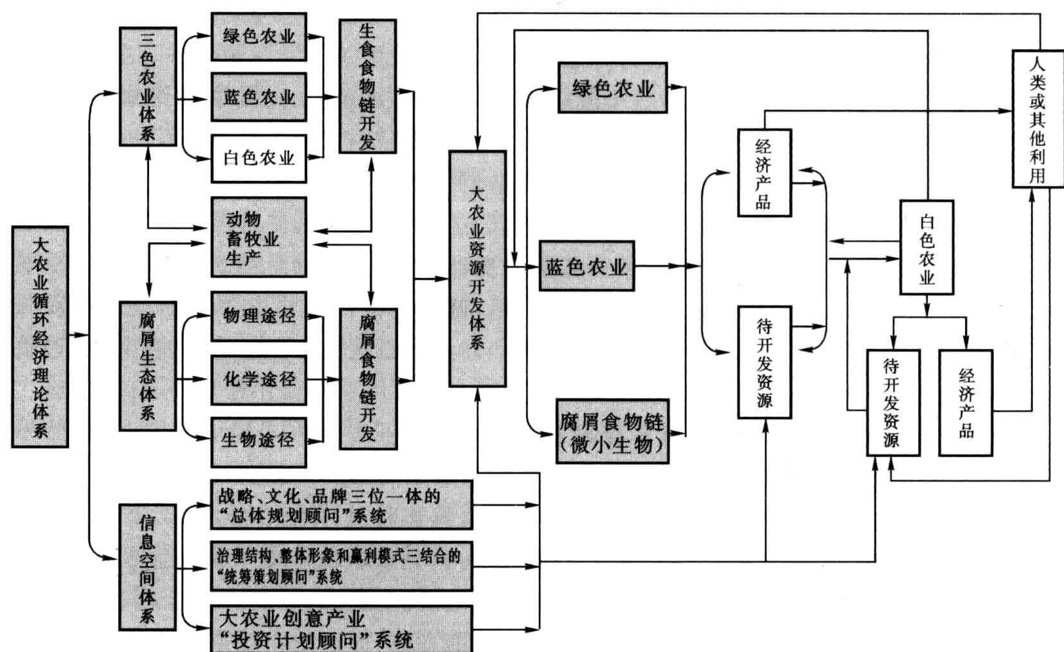


图 2　大农业循环经济理论资源循环图

作者简介：

孙以川，男，1964 年 1 月 5 日生，山东省淄博市人，中国大农业创新工程集团股份有限公司董事长，北京华夏九州农业科技研究院院长。历任山东省淄博市水利物资配套供应公司总经理，中国新闻报业(集团)有限公司(香港)副总裁。他主持完成了新型风能、光能、生物质能源智能化应用系统的研制工作。获得国家发明专利有：按照物质和能量循环设计的现代系统农业生产体系，现代系统农业生产体系中使用的多功能组合架，家庭生态种养殖技术及种养殖箱，利用生物技术生产培养基的装置等。

陈沈斌，首席专家，北京华夏九州农业科技研究院常务副院长、中国科学院地理科学与资源研究所副研究员。

做好草业大文章　践行科学发展观

——学习钱学森知识密集型草产业理论的几点体会

郝诚之



一　最有效地转化太阳能

钱老说：我的第一篇草产业专论，是应邀写给《内蒙古日报》的。这篇专论的题目是《草原、草业和新技术革命》，是笔者在《内蒙古日报》任科学专版责任编辑时向钱老特约的。先加编者按发表在1984年6月28日的《内蒙古日报》，后在1985年3月7日的《人民日报》全文转载。钱老1984年7月7日给我的信中说："您6月29日信及《内蒙古日报》两份都收到。头版上的那些话和四版上您的编者按，我都不敢当，过奖了。"内蒙古党委第一书记周惠等领导同志为了把草业的科学概念搞懂，希望钱老展开谈一谈，我信中转达了此意。钱老回信说："我确有另一篇文字，《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》，但已被另外一个刊物要去，不能再用在《科学管理研究》上了。因您来信说内蒙古党委政策研究室和内蒙古科委政策研究室的同志感兴趣，所以附上此文打印稿两份，请他们审阅并提意见，以便在正式刊登时参考。"这就是内蒙古党委决策层能在全国最早接受钱老草业思想的原因之一[1]。

1984年以来，笔者通过与钱老的五次书信联系，逐渐明白了钱老倡导的草产业是"以草原为基础，利用日光，通过生物，创造财富的产业"，是"以种草、牧草开始，用动物转化，多层次深度加工，包括食品工业、生物化工等综合利用的知识密集型产业"，"草业系统工程实际是草产业的组织、经营、管理的学问"[2]。

钱老1984年就指出："怎样利用现代科学技术发展草业，还得从利用太阳光这一能做起，搞好光合作用，也就是要精心种草，让草原生长出大量优质、高营养的牧草。"我们理解，"绿化—转化—产业化"可概括为"四过转化"过程。其第一阶段可以称为是通过阳光，把二氧化碳、水、叶绿素转化为植物蛋白的"过光转化"过程。钱老说："太阳光是一个强大的能源，在我国的地面上，每平方厘米每年有120～200大卡的能量，也就是每亩每年接受太阳的能量相当于114～190吨标准煤"；"限于水和肥料的供应，限于光合作用必需的二氧化碳在大气中的浓度，限于植物本身的能力，上述巨大太阳光能只有很小一部分转变为植物产品。这个比例不到百分之一，常常只有千分之一。""就是变成植物产品了，光合作用生产的产品，人也不能全部直接利用。就以粮食作物来说，籽实在干产品中占不到一半，其他百分之六十是秸秆。"[3]而通过

饲料作物和牧草喂养牲畜转化，情况就好得多：家畜把草变为乳、肉、皮、毛、绒、内脏、骨杂的过程，就是通过消化器官把植物蛋白变为动物蛋白的“过腹转化”过程，这是第二阶段。把动物蛋白经过现代设备“流水线式的生产”和科学管理进行初加工、深加工、精加工的“过机（器）转化”过程，是第三阶段，得到食品、药品、纺织品等合格商品。商品通过市场营销网络、全程服务、品牌打造，形成核心竞争力，变为“增了值的货币”，则是“过市（场）转化”的过程，属第四阶段。上述“四过转化”是草产业“绿化—转化—产业化”流程中的关键环节。构成了“高效益的”、“草、畜、工、贸四结合”的、以工农衔接、城乡一体、上中下游关联为特征面向市场的、现代化的完整的产业体系。类似于“种养加”、“产供销”高度综合的“龙型经济”[4]。

钱老强调：“草产业的概念不仅是开发草原、种草，还包括饲料加工、养畜、畜产加工。最后一块也含毛纺织工业。”钱老 1992 年 1 月 1 日收到中国系统工程学会草业专业委员会主任李毓堂研究员《草业系统工程的理论与模式》的研究报告后，回信说：“知识密集型的草产业可否用一句话来概括？即：这个草产业要最有效地把草原、草地上的太阳光能，首先通过植物，然后动物的转化，再加水资源、能源及其他工业材料的投入，最后产出的是直接上市场零售的商品。所以是草业加深度加工业。”钱老在给多位专家的信中讲了深加工的类型，如：“日本人曾发现，把畜类的骨头磨成粉浆，可以制成‘骨头豆腐’，既营养，又可口”；“充分利用农牧产品，也可开设制革厂”；“将肉食制成塑料袋装直接上市，畜脏可提药者直接制药，下脚入饲料”，强调“这样才是草产业，经济效益一定很高。”[5]

钱老看到中国农业科学院草原研究所王明昶研究员的专著《草业系统工程理论与应用研究》后，欣慰地说：“利用系统工程的草产业，实是以草原为基地的草、牧、畜加工、饲料加工、畜产制药，以至皮革制品，商贸的综合性产业体系，所以要用系统工程来组织经营”；“这样草业系统工程理论与应用研究在一起步就应考虑：根据全部科学技术成果，有什么可以为草业系统工程利用的？眼光放开，‘种’如何改进，‘养’如何改进，‘加’如何改进，‘产、供、销’如何改进？只有这样才能考虑到下个世纪实现第六次产业革命的宏图。”[6]

二　变生物循环链为产业增值链

钱老在《草原、草业和新技术革命》的专论中，详细论证了如何用“现代科学技术和现代市场观念”发展草产业生物转化链，使其变为经济增值链。用系统工程的思想，勾画出了面向未来、极有创意的新结构图。从精心种草、饲料加工、工厂化饲养、畜产品综合加工，到利用畜粪种蘑菇、养蚯蚓、沼气发电、残渣养鱼、废液还田；从草业综合生产基地、定居点、现代“草业新村”（即小城镇），到县域经济、通讯电视、政治文化教育中心；从中长期规划到分步实施；从综合利用到人与自然、社会和谐发展，都是珠联璧合的整体设计。（见图 1：钱学森草业系统工程示意图）

实践证明，钱老 1984 年关于内蒙古牧区草业系统工程的论述，是具有中国特色自主知识产权的、有全球眼光、战略思考、系统分析的第六次产业革命理论的重要组成部分。它围绕一个“省”字，走资源节约再生的循环经济之路；突出一个“链”字，走“农工贸一体化”、“草、畜、工、贸四结合”的龙型生态经济之路；强调一个“转”字，坚持“一层接一层，一环扣一环”，走新型的涉农的工业化的集约经营之路；追求一个“增”字，走技术创新、成果集群、系统耦合、效益叠加的知识经济之路；[7]体现一个“和”字，走环境友好、文化衔接、以人为本、城乡一体、民族团结、

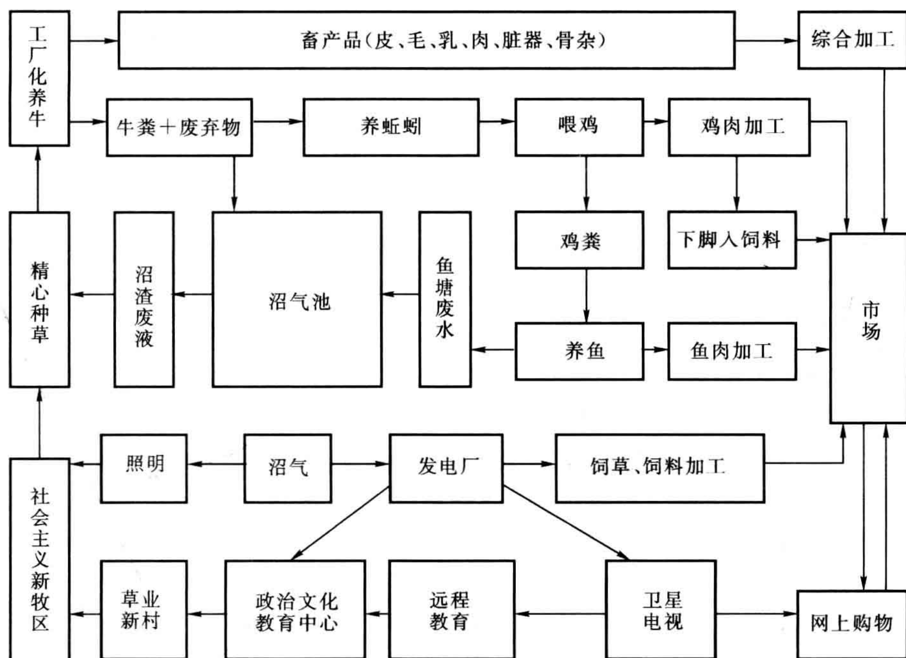


图 1　钱学森草业系统工程示意图

社会和谐的可持续发展之路。

1988 年 2 月,钱老发现有份内部材料上写着"我国人民吃肉不能靠草原",理由是"新中国成立 30 年来的统计数字说明,草原畜牧太困难,不如在农区搞肉吃",继续大养其猪。钱老对此种说法很不以为然:"照此说法,我们讲的草产业就走不通了。我看说这种话的人是目光短浅,看不到现代科学技术的强大威力,草原就不能进入良性循环吗。"[8]

钱老认为:"广大干部受历史发展的限制,总以为草原是取之于自然的,天经地义,用不着去经营,也不愿去经营。加之草原属国家所有,即全民所有,怎样才能同牧民的畜牧承包制结合起来,做到草畜经营统一,长期未能解决,因此牧民的积极性调动不起来。""在内蒙古牧区推行了草场划分到户(组)提取草原管理费、牲畜作价归户适当提留的生产责任制,也就是草畜经营统一的生产责任制。这个认识问题现在终于得到解决。"[9]

2002 年 12 月 18 日,钱老在给内蒙古沙产业、草产业协会领导杨利民、夏日同志的信中深刻地指出:"江泽民同志在'十六大'报告中讲到西部大开发问题时提出:'积极发展有特色的优势产业。'内蒙古的优势产业是什么,我认为就是沙产业和草产业,这是内蒙古新的经济增长点。只要内蒙古的同志紧紧抓住了这两大产业,真正建设成知识密集型的沙产业和草产业,内蒙古的社会主义现代化建设就会迈上一个新的台阶,内蒙古的生态环境也会得到改善。"[10]

三　靠科学技术变沙化草场为绿色家园

我国是一个草原大国,拥有各类天然草原近 4 亿公顷,居世界第 2 位,约占全球草原面积的 13%,占国土面积的 41.7%,是耕地面积的 3.2 倍,森林面积的 2.5 倍。草原与土地、森林、海洋一样,是重要的战略资源。丰富的草原资源为我国草业提供了巨大的发展空间和发展潜

力。[11]

为什么曾经养育过一代天骄的草原帝国，后来竟变成需要国家输血的荒漠之地，是新中国领导不知情、不重视吗？否！且不说20世纪50年代中央就有一系列加强牧区工作的政策规定，60年代刘少奇主席、朱德委员长视察内蒙古呼伦贝尔草原，明确要求"开荒与保护草原有矛盾时，要服从保护草原"。朱德同志还留下了充满自豪的诗句："三大草原两失败，我国草原依然在"，"保护东北大草原，富及子孙唯所赖"。就是"文化大革命"后的70年代，邓小平等中央领导也多次强调"种草为主，发展畜牧业"。如1978年8月，邓小平同志指出："种草比种树容易，种草可以防止水土流失，也可养牛养羊，比种地富足。"1980年5月，邓小平同志在《关于农村政策问题》的谈话中强调："像西北的不少地方，应该下决心以种草为主，发展畜牧业。"1983年1月，中共中央在关于《当前农村经济政策的若干问题》中指出："我国的畜牧业，特别是发展牛羊等草食动物，潜力很大。认为'粮食不过关，畜牧业就无从发展'的看法是不符合实际的，发展畜牧业，实行农林牧结合，反过来又会促进农业。"1984年3月，中共中央、国务院在《关于深入扎实地开展绿化祖国运动的指示》中规定："到20世纪末，力争种草面积达到5亿亩，使退化、沙化的草场逐步得到恢复和改良。"1987年8月，国务院在《批转全国牧区工作会议纪要的通知》中指出："牧区要坚持以畜牧业为主、草业先行、多种经营、全面发展的方针"，更进一步确定了草业的地位[12]。

钱老回忆说："1983年秋，胡耀邦同志在西北视察，提出在甘肃省等西北地区发展农业生产要因地制宜，首先种草种树。这个号召给我很大启发，使我认识到农业还有得从种草做起的地方。在农业和林业之外，还有一个草业。国家有农业部、林业部，没有草业部，而我国草原面积是农田面积的3倍多，约有43亿亩，怎么能忽视草业呢？"钱老说，为什么党的十一届三中全会以来，中共中央、国务院和中央领导同志有许多关于种草和建设草原的指示，而草业仍起步艰难？他深入研究内蒙古等地的情况后发现："不重视草业是因为它的产值很低，所以就附带着包括在农业中，不值得单独列出。"他从周惠同志发表在《红旗》杂志1984年第10期的文章《谈谈固定草原使用权的意义》读到了如下统计数字：在内蒙古自治区，共有13亿亩草原，1947—1983这37年中，畜牧累计产值100多亿元，折合1亩草原年产值平均才0.2元多[13]。这的确比每亩农田的年产值小得多，只有个零头！钱老简直不敢相信自己的眼睛，这和国外的差距太大了！纵观世界现代农业经济的发展，以农业为主的西方现代化国家无不以草业为重要基础产业。新西兰、澳大利亚、加拿大、美国是典型的草业支撑现代化的农业自不必细论，就是100年前的欧洲，如英国、比利时、瑞典、丹麦、法国、意大利等地，也是以草业为平台实现了农业现代化的。他们都把草地和优良牧草看作是"绿色黄金"（英）、"上帝恩赐之物"（法）、"立国之本"（新西兰）、"绿色银行"（美）。

为什么我国的草地资源利用水平落后到如此地步呢？草业知名专家任继周、洪绂曾、李毓堂等分析认为，一是由于社会历史的原因，观念陈旧；二是不按规律办事，掠夺性开发；三是靠天养畜，生产经营方式落后；四是体制性、结构性矛盾突出；五是没有专门的国家管理草业的机构，管理不到位。目前我国草地资源优化管理开发水平比世界经济发达国家落后半个多世纪。20世纪30年代以后，世界经济发达国家在社会发展战略、机构设置、投资预算和科教事业发展中都把草地资源的科学开发摆上重要位置。他们通过严格执法，围栏化保护，科学轮牧，合理利用，不断改良和大力兴建人工草场（占到草地总面积的30%～80%），使草地生态和生产力达到很高水平。而我国对草业发展认识不足，草原保护与利用矛盾突出，长期投入不足，科

技支撑不够，支持保障体系很不健全。我国北方草原家畜平均超载36%以上。草原生产能力下降，平均产草量较20世纪60年代初降低了1/3～2/3。全国90%以上的可利用草原不同程度地退化、沙化、盐渍化。自20世纪50年代以来，全国累计约2000万公顷草原被开垦，其中近50%撂荒成为裸地或沙地[14]。

钱老在与有关部门领导的接触中感到了问题的严重。1989年1月，钱老在给国务院领导同志的信中谈了自己的担忧和扭转局面的建议："不久前原农业部副部长、老农业科学家杨显东对我说60亿亩草原比耕地大4倍，是我国极大的一笔财富，可惜现在已沙化20亿亩，如不大力拯救利用，是我们的罪过。"钱老认为管理好草原是"社会主义中国的一件大事"，要有专门的国家管理机构，"不能放在眼前工作十分繁忙的国家农业部去管"，预言"将来到21世纪，国家会有草业部"[15]。

草原荒漠化的过程是可逆的，以卫星遥感植被图片上的色彩判读，人类采取不恰当甚至掠夺性的方式开发时，绿色可以变为黄色；而退耕还林、退牧还草、让草原休养生息时，黄色可以变为绿色。以内蒙古鄂尔多斯市为例，2000年沙化面积占总面积的70%，2007年绿化面积（即植被盖度）占总面积的70%，荒漠草原的绿化速度超过了沙化速度。（见图2：鄂尔多斯地区2000年、2007年植被对照卫星遥感图）

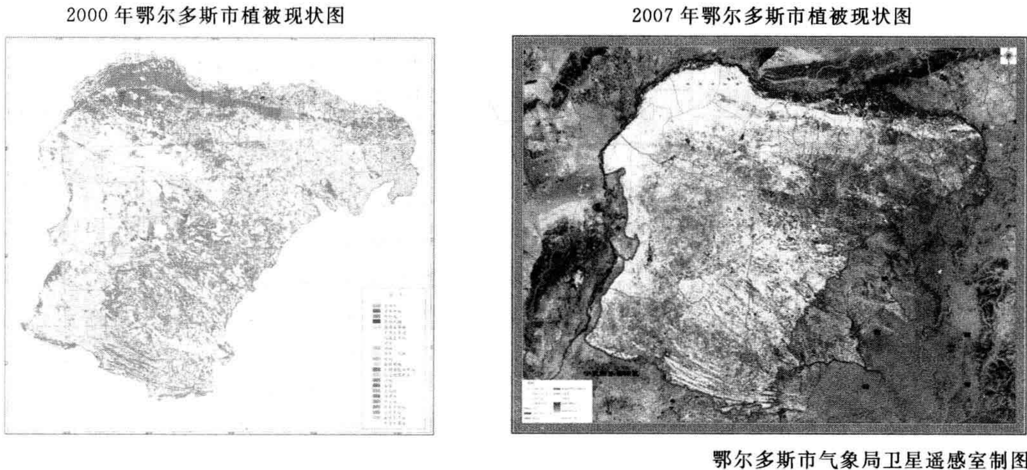


图2　鄂尔多斯地区2000年、2007年植被对照卫星遥感图

鄂尔多斯市在全国牧区率先实施了限牧、休牧、轮牧、禁牧结合，生态重灾区坚决禁牧舍饲。减少破坏源，向品种要效益。坚持草原建设的"草、灌、乔结合，以草、灌为主"；生态措施的"封、飞、造"结合，以"封（滩育草）飞（播牧草）为主"；投资主体的"国家、企业、个人三结合，以企业、个人为主"。变消极、被动的防沙、堵沙，为积极、主动的治沙、用沙；变动力机制的"道义回报"为"物质回报"，靠龙头企业和市场出效益、保后劲，实现了生态效益、经济效益、社会效益三兼顾。

2001年5月20日，钱学森院士在看到内蒙古民营企业家、政协委员赵永亮和笔者关于东达蒙古王集团在鄂尔多斯沙区从事的沙柳产业化试点情况的书面汇报后，复信指出："看了您们的材料，我认为内蒙古东达蒙古王集团是在从事一项伟大的事业——将林、草、沙三业结合起来，开创我国西北沙区21世纪的大农业！而且实现了农工贸一体化的产业链；达到沙漠增

绿，农牧民增收，企业增效的良性循环。我向您们表示祝贺，并预祝您们今后取得更大成就！”这是钱老对鄂尔多斯沙产业模式的概括[16]。

2008 年 1 月 19 日，胡锦涛主席看望钱学森院士时说：“您的科学建树很多，我举两个例子。一是系统工程理论；二是沙产业理论设想。前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好。沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有了明显提高。”他握着钱老的手说：“您的沙产业设想正在鄂尔多斯变成现实。”[17]

我们理解，钱老强调的草产业、林产业、沙产业“三业结合”，是一个系统眼光的综合概念。三者不是各自孤立的独立系统。沙是平台，沙化地区和退化草场的植被建设向特色产业过渡，必须从实际出发，因地制宜，有分有合：长出草，延伸的是草产业；长出树，延伸的是林产业，三业结合才是科学发展观。

中央领导高度关注内蒙古草产业的发展。2003 年 1 月 2 日胡锦涛主席视察蒙牛乳业集团通辽分公司时说：“内蒙古有 13 亿亩草场，中国人均一亩，河套平原、西辽平原各拥有 800 万亩水浇地，退耕还草；这既有资源优势，又有市场需求，还有这样的龙头企业，何愁不能全面达小康！”2006 年 4 月 23 日，国务院总理温家宝给重庆草产业企业留言：“我有一个梦，让每个中国人，首先是孩子，每人每天喝一斤牛奶。”6 月 2 日，温总理在内蒙古听伊利、蒙牛两大企业汇报，对“实现全民族‘每天一斤奶’的目标，迎接中国乳业第二个春天”的提法很感兴趣。[18]（见图 3：内蒙古蒙牛集团草产业链示意图）

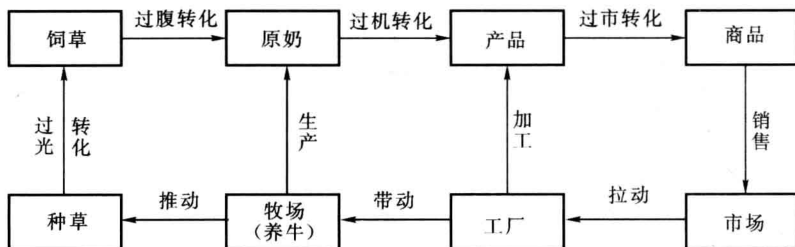


图 3　内蒙古蒙牛集团草产业链示意图（卢俊绘）

内蒙古自治区现在正实现着“三个历史过渡”：一是从游牧业向定居畜牧业过渡；二是由自给自足的自然经济向商品经济过渡；三是由靠天养畜向建设养畜、科学养畜过渡。半农半牧区和农区正在由自然放牧向舍饲轮牧转变，由种、养分离向种、养结合转变，由输出原料向输出成品转变。上下已形成了共识：只有由数量增长型向质量效益型转变，由饲草业、草坪业为行业目标向“草、畜、工、贸四结合”、“种、养、加、销一条龙”的产业目标转变，才是我国北方大草原重振历史雄风、创造时代辉煌的根本出路。

四　“绿起来”和“富起来”结合才是科学发展观

1986 年 5 月 9 日和 11 月 28 日，钱学森院士曾在给西部草原学权威、中国工程院资深院士任继周先生的信中说：“发展草业是建国大计，是三个面向所必需的”；要“总结”“中国草业几千年的历史旧账”和内蒙古草原“几百年的历史”。在换一种思维认识草原、草业、草产业时，内蒙古各民族人民变对抗为兼容，变单一为多样，变“输血”为“造血”，信心就显著提高了；生存动

力、政策动力、市场动力三结合，效益就显著提高了。实践证明，践行钱老的草产业理论，坚持“绿起来”和“富起来”结合，就是贯彻科学发展观。

内蒙古草产业的健康发展表现为区域化布局明显，专业化实力增强，生产经营的集约化程度明显提高。畜牧业综合生产水平已稳居全国五大牧区之首。据内蒙古农牧业产业化办公室统计，到2008年6月末，牲畜总头数达到10677.2万头（只），其中奶牛318.9万头，2008年产奶量达912.2万吨，居全国第一；山羊牧业年度为3000多万只，产山羊绒6890吨，居全国第一位；绵羊牧业年度为6000多万只。全区肉类总产量219.4万吨，居全国第13位，其中羊肉产量84.8万吨，居全国第一位；牛肉产量43.1万吨，居全国第5位。全区“三业结合”产业化龙头企业拥有总资产1112亿元，实现销售收入1852.9亿元，上缴税金占地方财政收入10%。2008年农牧民人均年收入中，通过产业化渠道实现的纯收入为2490元[19]。

国家农业部原副部长洪绂曾先生2008年听笔者汇报后，认为内蒙古的草产业发展已在九个方面的探索上走在了全国前列。一是由专家试点到农牧民实践，二是由农牧民个体经营到龙头企业带动，三是由资源简单转化到产业链延伸，四是从小基地示范到大集团加盟，五是从产业营销到名牌打造，六是从名不见经传到企业家军团出现及民营企业家挑大梁，七是从实物运营到资本运营及国际财团直接融资，八是由分散活动到内蒙古沙产业、草产业协会等行业组织发挥中介作用，以组织化保证产业化，九是由省内、国内研讨、宣传，到承办2008世界草原、草业大会，注册中国沙产业、草产业网站，与国际交流，向世界宣传。

从1984年钱老应约给《内蒙古日报》发表专论，希望内蒙古在草产业的推动上给全国带头，到2006年3月，内蒙古自治区把“大力发展林产业、草产业、沙产业”列为重点，写进“十一五”规划，连续多年写入《政府工作报告》，历时25年。

2008年5月26日，钱老委派到内蒙古开会的儿子钱永刚教授，给内蒙古党委副书记、自治区代主席巴特尔带来一段语重心长的寄语：“内蒙古各民族人民过去在‘两弹一星’事业上做出了贡献，现在又在沙产业、草产业上给全国带了个好头，做出了榜样。我希望他们在沙产业和草产业上继续做贡献，并把沙产业、草产业推向全国去！”[20]

参考文献：

[1] 郝诚之. 钱学森与西部开发——写在钱学森诞辰90周年之际. 人民政协报，科学与环境专版. 2001-12-11.

[2] 钱学森给王明昶的信. 1984年7月22日，钱学森与内蒙古沙产业、草产业图片展（影印本·书信部分）.

[3] 上海交通大学. 智慧的钥匙——钱学森论系统科学. 上海：上海交通大学出版社，2005：260.

[4] 郝诚之. 对钱学森沙产业、草产业理论的经济学思考. //瀚海凭栏. 呼和浩特：内蒙古人民出版社，2003：380.

[5] 刘恕，涂元季. 钱学森论第六次产业革命通信集. 北京：中国环境科学出版社，2001：72，89，113.

[6] 刘恕，涂元季. 钱学森论第六次产业革命通信集. 北京：中国环境科学出版社，2001：111，128.

[7] 郝诚之. 知识密集型草产业与系统工程. 钱学森系统科学思想研究. 上海：上海交通大学出版社，2007：269.

[8] 郝诚之. 对钱学森沙产业、草产业理论的经济学思考. //瀚海凭栏. 呼和浩特：内蒙古人民出版社，2003：383-384.

[9] 钱学森. 中国的草业产业. 政协经济论坛，2001(3)：50.

[10] 钱学森祝贺内蒙古沙产业、草产业协会成立给内蒙古党委副书记杨利民、内蒙古政协副主席夏日的信，钱学森与内蒙古. 政协经济论坛，2005(4)特刊(上)：9.

[11] 中国草业可持续发展战略研究取得重要成果. 中国农业信息，2006(6)：4－5.

[12] 李毓堂. 草业——富国强民的新兴产业. 银川：宁夏人民出版社，1994：57－58，406－407.

[13] 钱学森. 草原、草业和新技术革命. 人民日报，1985－3－7.

[14] 中国草业可持续发展战略研究取得重要成果. 中国农业信息，2006(6)：4－5.

[15] 北京大学现代科学与哲学研究中心. 钱学森与现代科学技术. 北京：人民出版社，2001：443－444.

[16] 胡锦涛总书记视察内蒙古蒙牛集团期间与政协委员牛根生的谈话. 政协经济论坛，2004(1)：5，蒙牛足迹，2006(21).

[17] 孙承斌，李斌. 深情的关怀　倾心的交谈——胡锦涛总书记看望著名科学家钱学森、吴文俊纪实. 人民日报，2009－1－20(1).

[18] 上海交通大学. 九十华诞钱学森. 上海：上海交通大学出版社，2001：284.

[19] 周文毅. 我区农牧业产业化发展的趋势和展望. 内蒙古政协十届六次常委会议材料.

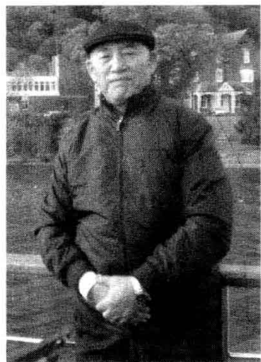
[20] 郝诚之. 从鄂尔多斯的沙产业模式看钱学森的理论创新与内蒙古的生态成就. //内蒙古党委宣传部. 鄂尔多斯发展的实践与思考. 呼和浩特：内蒙古大学出版社，2009：116.

作者简介：

郝诚之，男，1942年5月出生，陕西省绥德县人。1964年毕业于内蒙古师范大学化学系。现任中国系统工程学会草业专业委员会副主任，内蒙古大学中国沙草产业研究中心副主任，内蒙古《政协经济论坛》执行主编，内蒙古沙产业、草产业协会副会长兼秘书长，兼任国务院发展研究中心原上海发展研究所研究员。

正确理解钱学森院士的“沙产业”概念

张相辅



我国著名科学家钱学森院士提出的“沙产业”这个词，在目前基本上是人所皆知。特别是我国西部地区，关注“沙产业”已和当前我国人民最关注的土地沙漠化一样的重要。沙区人民都知道，为了搞好沙漠化的防治，必须科学地开发沙区经济，保障沙区生态环境正常的发展，保障沙区人民经济生活的稳定提高。防治土地沙漠化与沙产业是一个相辅相成的、利国利民的21世纪生态环境建设的方向，本来没有必要一而再、再而三地大谈，群众早已理解这个词。但是，个别莫名其妙的学者，不是从如何有利于发展“沙产业”这个角度出发谈些有利于沙产业的理论，指导沙产业的正确发展，而是利用一些莫名其妙的名词，来混淆“沙产业”的真实概念。近年来，我们在防治沙漠化与沙尘暴的工作中，就出现了一些不了解沙漠化和沙尘暴的学者，东抄一点、西听一点，报上发表，电视台演说，严重地影响了我国防治土地沙漠化和沙尘暴的政策制定。为此很有必要就我国的“沙产业”概念提出个人的一点看法。

我国在防治土地沙漠化工作中所取得的成效，是全世界公认的。因为我们在治理土地沙漠化过程中，考虑到了如何发挥沙区的可利用因素的作用，发展沙区经济，提高当地人民的生活水平。发展沙区经济对治理沙漠化起到促进作用，也为我国的经济建设发挥了作用。因为要想做好防治土地沙漠化工作，在当前，必须要与提高当地人民生活水平相结合。多少年来我们在治理沙漠化的工作中一直是这样做的，所以在治理沙漠化工作中才取得了可喜的成效。但是由于种种原因，发展沙区经济一直存在着各种干扰，严重地影响着沙区经济的发展和防治土地沙漠化工作的进展。这就是沙区建设的理论问题，这就是怎样科学地看待沙地，怎样科学地看待沙地的环境，怎样科学地看待沙地生物，怎样看待目前世界经济技术的发展，又怎样看待他们之间的关系。实际上，它们之间存在着相互依存和相互作用的关系，我们一直没有能用战略的宏观的科学眼光看待这些，也没有形成完整的理论。所以我们在沙区的经济活动中，也未能在正确的理论指导下开展工作，这是我们治理沙漠工作者多年来需要深刻反思的事。而无私、无畏、爱国、爱民的伟大科学家钱学森院士，早在1984年，就站在宇宙宏观的高度，站在世界新技术革命的高度，站在当前农业生产革命，科学地发展大农业的角度，提出了发展知识密集型“沙产业”的理论，不愧为是面向未来、心系民众的科学家。他给我们指出了方向，提出了第六次产业革命发展的理论，用第六次产业革命的理论来指导中国科学发展高技术和产业

化对接的现代沙区经济，并将其命名为“沙产业”。他提出，沙区植被要利用，但必须要保护它，发展它。而利用、保护、发展是个生态链，也可转化为效益链和价值链，它们是互相依存、互相促进的关系。没有利用就没有保护和发展，没有保护就没有利用和发展，没有“造血机制”的形成和老百姓的积极性，也就没有人和自然、社会的和谐共存的可持续发展。

我认为，著名科学家钱学森院士提出的，人类社会将要迎来的第六次产业革命要求的，在沙漠地区建立知识密集型的“沙产业”，目前在以色列确实实现了。以色列的大部分土地就类似我国的北部沙区。环境之差，与我国北部沙区相比，有过之而无不及。以色列就是很好地利用了知识密集产业技术、“沙区”充足的太阳能和科学的节水设施，取得举世瞩目的经济效益。国内外的实践雄辩地说明，沙产业理论是适合我国西部沙区的科学理论。钱学森院士有远见卓识的伟大见解还有什么“错误的定位”吗？我们看到《中国环境报》上有个别学者说：“沙产业”概念在地域类型上存在错位，而这种错位很可能引发人们在西部大开发中对沙漠、戈壁土地的不合理利用，并造成严重的生态破坏，“沙产业”理论中的提高植物对太阳能的固定转化率，要充分运用现代技术和新技术革命成果以及逐渐形成市场机制下的有效管理等，都与沙漠戈壁无关，却正是绿洲农业和绿洲产业的主要内容。不知道这位作者是否深入过我国的沙漠、戈壁和绿洲？可知它们之间的关系又是什么？再说绿洲不完全是天然的，有些绿洲本身就是人为造成的。现在全世界都在防治土地沙漠化，就是一方面在“防”，一方面在“治”。什么叫“治”呢？就是治理已形成的沙漠、戈壁。另外我们的沙漠和戈壁全是不毛之地吗？还是到实地看一看好。没有调查研究就没有发言权。钱老的结论是建立在20世纪60年代对西部巴丹吉林沙漠的实地考察和思考上的。而且，如果我们的一切防治行为，只针对绿洲，我们的国家就不会拿好多人民币去治沙了。另外，我国的150余万平方公里的沙漠、戈壁和沙漠化土地，并不完全是没有利用价值的不毛之地。我们如果能很好地利用这些地区的自然条件，加上先进的现代科学技术，即按照钱老所提出的第六次产业革命理论去“利用阳光，通过生物”，延伸产业链条“创造财富”，我国的150万平方公里的沙漠、戈壁、沙漠化土地，给国家提供的将不只是“上千亿的产值”，而是更多。

我们要用科学的态度、务实的精神、时代的眼光、强国富民的追求，认真学习钱学森院士提出的第六次产业革命的理论，用它来指导和完善我们的知识密集型的大农业生产体系，指导和深化我们的知识密集型的“沙产业”系统工程。希望我们的科学家要学习钱学森院士脚踏实地研究科学、全心全意地为祖国的科学事业和人民的富裕贡献自己一生的伟大精神。果能如此，全国人民是会永远地感谢你的。

作者简介：

张相辅，男，1938年3月出生，山西省阳高县人，1958年毕业于扎兰屯林业学校，工程师，1983年调入林业部工作，任中国治沙协会常务副秘书长，联合国沙漠会议组委会成员。

为第六次产业革命思想鼓与呼
——纪念钱学森百年诞辰

吴国清



编者按：钱学森1992年1月10日指出："要大力宣传知识密集型草产业及第六次产业革命的光辉前途，要看到21世纪！光明的未来！看到美好未来了，中国人就要通过革命的实践去创造这个未来。"新华社原内蒙古分社社长吴国清，是我国宣传战线为此做出重大贡献的代表人物之一。

本来我已脱离文案经营企业了，但老朋友郝诚之先生来电话约我写写自己经历的宣传钱老第六次产业革命思想的事，以纪念钱老百年诞辰。大概是怕我忙，郝老先生又寄来一些资料和一封激情澎湃的长信，诚恳并极具诱惑地动员说："为了给中华民族留下充实的绿色文明现代史，请您动笔吧"，还从主题到内容进行了点拨，着实点燃了我的思绪。

一

实事求是地讲，我过去对沙产业、草产业的认识也不高，只是带着一种朴素的感情开展防沙治沙工作及沙产业的报道的。

我出身在地处大西北的宁夏河套平原，每年冬春都生活在滚滚的沙尘之中，有沙区老百姓饱受风沙摧残的深切感受，从小就憧憬没有风沙危害的日子，特别留恋夏季满目的绿色。中学毕业回乡务农期间，我曾觉得种地很神奇，原因之一就是那是在播种绿色，能赶跑风沙。只要是能治住风沙的事，我就觉得很神圣，不惜气力。

大学毕业从事新闻工作后，眼界开阔了，我还是对防沙治沙工作有种特殊的感情。作为新华社记者，不论搞国内报道还是向国外报道，我都一直紧紧抓住防沙治沙这个重大主题不放，采写了不少新闻。特别是在新华社宁夏分社工作期间，紧紧依托"三北防护林工程建设"积极开展"三北"地区防沙治沙和沙产业、林产业的报道，多次参加了"三北防护林"工程建设调研活动，不少报道产生过一定的影响。记得1990年，我采写的一篇关于三北林业局局长李建树建议加快对治沙工作立法的内参报道，还引起中央领导的重视，宋任穷、朱镕基等多位中央领导批示，促使国家在兰州召开了第二次全国治沙工作会议，专门研究了加强治沙法制工作，有力地促进了治沙工作。由于做了一些力所能及的宣传工作，自己被推举为全国沙产业协会暨沙

产业学会理事等，还被国家林业部授予“三北防护林二期工程建设先进个人”称号。

二

早在1984年，著名科学家钱学森就提出，在21世纪，我国大地上将出现五个知识密集型的产业：农业产业、林业产业、草业产业、海业产业、沙业产业，这是世界历史上的第六次产业革命，将引起国家生产体系和经济结构的变革。当时人们对农业产业、林业产业、海业产业并不怀疑，但不少人对草业产业和沙业产业还心存芥蒂，甚至存在怀疑和争议。今天，经过西部地区人民20多年的实践，沙产业、草产业作为新兴产业已经在我国大地崛起。蓬勃发展的沙产业使沙漠增绿、资源增殖、农牧民增收、政府增税，一举多得，利在当代，功在千秋；“立草为业”，吸引人们纷纷开发“绿色黄金”，草产业、养殖业、畜产品加工业异军突起，产业链不断延伸，显示出巨大的发展潜力。这都无可辩驳地印证了钱老的沙产业草产业理论是科学、正确和英明的。

我是1999年调新华社内蒙古分社工作后，对钱老第六次产业革命思想才有了深入了解的，认识也不断有所提高。由于我一如既往地重视和积极开展防沙治沙工作报道，被推举为内蒙古防沙治沙协会的副会长，负责宣传工作，热心开展防沙治沙和沙产业草产业公益宣传活动。工作中结识了夏日、郝诚之等一批内蒙古各界热衷于沙产业、草产业实践的干部群众，以及奋战在实践一线的一批实干家、企业家，大家经常一起学习交流、切磋探讨钱老第六次产业革命思想，并积极推动实践活动，感到钱老第六次产业革命思想博大精深，很有远见，对实践的指导性很强，主动参加了一些宣传鼓动工作。

我感受最深的，一是钱老的第六次产业革命思想和内蒙古一些实践的萌芽使自己的头脑豁然开朗，觉得钱老的思想为防沙治沙工作开辟了新思路，拓展了新领域，为新时期的治沙工作、生态建设、草原建设、现代农牧林业发展等，指明了科学方向。这一思想将过去的被动防沙治沙和普通意义上的草原建设提升到科学利用沙、草资源，大力开发沙产业、草产业，使防沙治沙的传统概念由生态建设领域拓展到了经济发展领域，变被动为主动，变保护为发展，化腐朽为神奇，有利于实现生态、经济与社会的和谐发展。按今天的话讲，无疑是一个科学的发展观。至今，钱老的思想得到越来越多的人认同，并团结了越来越多的人投入到发展沙、草产业火热的实践活动中，这都充分证明了钱老思想的魅力所在。我每每与郝诚之先生等志同道合的朋友们探讨起钱老的沙产业草产业理论时，都特别投缘，特别兴奋。

二是沙产业、草产业形成了比较系统而科学的理论体系，值得大力宣传和推动。20世纪六七十年代，钱老在内蒙古阿拉善的沙漠戈壁上从事“两弹一星”科学研究时，就利用闲暇关注民生和生态环境，考察了周围的沙漠和草原，研究如何利用沙漠戈壁的充沛阳光资源在“不毛之地”发展知识密集型的沙产业，用系统工程的方法发展现代化的草产业，而且实践性、操作性很强，为第六次产业革命找到了一个很有潜质的突破口。这种全新的视角，创新的思维，给我国的现代化农牧业发展带来了新曙光。

三是钱老作为一个大科学家，特别重视宣传工作，他多次指出，对第六次产业革命思想，尤其是对发展沙产业草产业要“大造舆论”、“典型引路”、“影响决策”等，还身体力行，亲自撰写了不少科普文章、利用各种场合开展宣传工作，并耗费大量时间通过信函不时地对宣传工作方面取得的进展给予褒奖和肯定，为我们新闻工作者树立了榜样，增强了我们为沙产业、草产业发展鼓与呼的信心。

钱老的思想和率先垂范的作风，给了我不少启迪，也给了我从事沙产业、草产业公益宣传事业的动力。

三

在钱老第六次产业革命理论的感召和夏日等领导的带领下，我在内蒙古工作的12年中，也努力在发展沙产业、草产业方面做了一些宣传动员群众、影响决策、推动工作的事，积极用新华社记者手中的笔为钱老第六次产业革命思想鼓与呼。

首先，自觉承担起为宣传沙产业草产业鸣锣开道的工作，积极宣传钱老的沙产业草产业理论，大力报道各地沙产业、草产业的成果和实践活动，为践行钱老第六次产业革命思想的基层干部群众提供舆论支持。多年来，自己努力宣传报道各地沙产业草产业的实践活动，发掘报道了一批典型人物和典型企业。2008年在编辑沙产业草产业林产业理论实践丛书的《新闻扫描》集时，就收录了自己单独或与他人合作采写的有关沙草产业的新闻报道四五十篇。多年来，自己不仅采访了上至国家林业局局长，下到王果香、魏凤彪、李京陆等一批治沙和发展沙产业的先进典型，还通过内参调研、消息、通讯、特写、新闻综述、评论等多种文体，多形式、多途径报道了沙产业、草产业的进展。

去年，我深入毛乌素沙地，对身残志坚的企业家李京陆建设我国第一座沙区生物质热电厂、产业化治沙和富民减排的事迹进行了调研，并向国内外进行了报道，引起广泛关注，“八一”新闻制片厂还为李京陆拍摄了新闻纪录片。

同时，多年来，我还努力组织分社记者对全区沙产业、草产业的示范企业、先进人物大力进行了报道，号召和组织自治区内兄弟新闻单位记者积极报道沙产业草产业的每一个进展，并毫不留情地对一些违背生态规律、影响沙草产业发展的不良现象进行了舆论监督，引导沙草产业健康发展。

为支持沙产业草产业事业的发展，我在任新华社内蒙古分社社长期间，还积极支持内蒙古沙产业草产业协会在新华网内蒙古频道办起了中国沙产业、草产业网站，并在呼和浩特隆重举行了网站的开通仪式。

现在回头来看，自己虽然为宣传沙产业草产业理论及其实践做了一些工作，但与钱老的要求还差得很远。

四

按照钱老的要求，自己结合履行新华社记者的职责，努力配合第六次产业革命理论加强沙产业草产业方面的调查研究，积极影响决策，推动沙产业、草产业的发展。2001年，我带领记者丁铭驱车上万公里，深入内蒙古锡林郭勒、呼伦贝尔等主要草原，就草原生态保护与建设问题进行了专题调研，形成《大草原不堪重负——内蒙古草原生态保护与建设调查（上）》《大草原需尽快减负——内蒙古草原生态保护与建设调查（下）》两篇调研报告，引起国家和自治区的高度重视。朱镕基总理作了长篇批示，并两次召集内蒙古党政主要领导进京汇报，国家发改委会同有关部门进行了专题研究，采纳了报告中提出的关于“调整西部开发生态建设政策，把草原保护和建设纳入到西部大开发总体生态规划中，加大对草原保护与建设的投入”的建议，同意

"应像退耕还林一样给予补贴",建设"退牧还草"工程。国家当年批准在内蒙古草原实施总投入64亿多元的"退牧还草"工程建设项目。为此,时任内蒙古自治区政府主席的现全国人大副委员长乌云其木格宴请了记者,并向记者致谢:"感谢记者为内蒙古人民做了一件功德无量的大事!"

2003年3月,受新华社社长田聪明、总编辑南振中的调遣,我又牵头带领新华社国内部董峻、姚润丰两位年轻记者组成调研小分队,赴内蒙古和西北地区,就沙草产业发展进行深入调研,总结基层干部群众的实践经验,为中央决策和指导工作提供参考依据。

在这次调研前和调研过程中,我们都认真重温了钱老的第六次产业革命思想,特别是以钱老的沙产业、草产业理论为指导,认真采访、捕捉基层沙草产业发展的新鲜事,深入分析、研究各地沙草产业发展的苗头和趋势,尽量反映和揭示沙草产业发展的前景和规律性东西。我们日夜兼程,历时40多天,深入内蒙古、宁夏、甘肃等地,考察了乌兰布和、库布齐、腾格里沙漠及其边缘治沙地带和京津风沙源治理工程区的沙产业和草产业发展状况,采访了牧区、沙区生活的大量农牧民、十几家从事沙草产业的龙头企业等经济组织,采访了国家农业部、水利部、林业局及三北林业局等权威部门,与中国科协、中科院寒区旱区环境与工程研究院、国家林业局林业研究中心、甘肃省草原研究所等相关科研和学术单位的几十名活跃在生态建设前沿的专家学者进行了广泛探讨,掌握了大量第一手材料。然后,向田聪明社长专题汇报了调研成果,还和配合我们调研的各兄弟分社的记者进行了深入交流和探讨。尤其是田聪明社长,结合他在内蒙古工作时期的经验和体会,从报道思想到报道方法,以及素材的提炼和稿件的写作等方面,进行了具体指导,提出了很高的要求,增强了我们的信心。我们3人一气呵成地写出《我国沙产业、草产业发展调查》(上、中、下)一组3篇内部调研报道,第一次高屋建瓴地审视沙草产业发展的现状和在国民经济发展中的前景和意义,总结了产业化发展凸现生态建设的新路,指出了羁绊沙草产业发展的问题,提出了国家调整沙草产业政策的建议,发出了大力发展沙草产业的呼吁,有较强的参考价值,引起了中央领导和国家有关部门的重视。温家宝、曾培炎、回良玉等国务院领导作出批示,国家发改委、西部开发办、林业局等部门就报道中提出的问题和建议作了进一步研究。时任国家林业局局长周生贤批示有关部门进行了专题研究,并在当年召开的全国治沙工作会议上作出了具体部署。接着,国家林业局和内蒙古、甘肃、宁夏等西部省区都相继出台了促进沙草产业发展的政策措施。

令我们没有想到的是,92岁高龄的钱老,竟躺在病榻上让秘书一字一句地给他念完了这组一万多字的调研报告,给予了高度评价。他还不顾年事已高,专门给田聪明社长写信说:"内参上关于草产业、沙产业的一系列的报道文章我都看了。我认为新华社是在抓21世纪中国西部开发的一件大事。记者们做了大量采访,文章写得也好,我都同意。"这组报道被新华社加编者按以《新兴产业兴西部——沙产业草产业发展巡礼》、《让生态产业激活西部经济》、《沙草产业"钱"途无量 期盼国家政策导航》为题分3篇进行了公开报道,在社会上引起较大反响。难得的是,这组报道今天还被一些专家学者称为中国特色生态文明建设的"白皮书"。

同时,在田聪明同志的亲自指挥下,新华社国内部组织内蒙古、宁夏、甘肃、新疆、北京、河北、青海、陕西等8个分社的十几名记者配合小分队对各地沙草产业进行了大规模的报道,形成了强大的声势,产生很大的共鸣和反响。这次受命调研,使我系统地研究了我国沙产业、草产业发展的脉络和趋势,对钱老第六次产业革命思想的认识更加深刻。

五

大约是2004年6月，在一次聚会中，全国政协常委、内蒙古防沙治沙协会会长兼沙产业草产业协会会长夏日同志给我念叨说，内蒙古是钱学森的沙产业草产业理论思想的发源地，内蒙古社会各界学习和实践钱老的第六次产业革命思想20年来，从理论到实践都取得不小的成绩，以新华社为代表的新闻界也做了大量的报道，如果把这些成果收集起来，出本集子，既是对实践成果的一次集中检验，也便于大家学习总结，并以此纪念钱老归国50周年。我认为很有意义，还建议编两本，一本理论集，一本新闻集。没想到夏老早有考虑，直接征询我的意见说："我看你来编辑最合适，有兴趣吗?"我当时就痛快地答应了。

没想到，编辑这套书的难度不亚于写书。首先，资料收集的难度很大。我一个人面向20年来在全国各地各种报刊收集资料，如同大海捞针。好在郝诚之老先生主办的《政协经济论坛》上刊登过一些相关文章，内蒙古防沙治沙协会和沙产业草产业协会每年的年会都收到一些论文，有了这些垫底，我又跑图书馆查找，向一些专家学者征稿，从网络上搜索，在新华社内部搜求，一篇一篇地收集，一点一点地积累，耗去了近一年的业余时间，先后收集了100多万字的几百篇论文和新闻报道稿件。二是收集到的东西内容深浅不一，水平高低不同，文章参差不齐，尤其一些企业和基层的体会与经验性的文章文字过于粗糙、语法错误多，取舍、修改、编辑难度很大。三是一个人干这样大的工程势单力薄，自己选编自己校对，太吃力。一般对自己选编出的稿样，自己校对后，送印刷厂排出清样，再校对两次无误了，送夏老统稿。往往一个人干到深夜，校得人头昏眼花。

在选编过程中，我考虑到，把很有理论高度的一些专家的论文与一些社会实践中的体会、经验混编在一块，影响理论文集的水准，而基层一些鲜活的实践探索内容又不能不重视，于是建议从实际出发，把丛书扩成3本，即《理论研究》集、《社会实践》集、《新闻扫描》集，给予充分的展示，得到夏日同志的肯定和支持。

这样，受夏日会长的委托，在防沙治沙协会和沙产业草产业协会的支持下，我从2004年下半年到2006年上半年，几乎用了两年的业余时间多方收集资料，义务编辑了沙产业草产业林产业理论实践丛书《理论研究》、《新闻扫描》、《社会实践》三本洋洋90多万字的系列丛书，从理论、实践、宣传等方面对理论界、内蒙古各地和新闻界探索钱老沙产业草产业理论20年的活动和成果，进行了系统的总结和展示。夏老为三本书分别撰写了序言，还对《社会实践》集内容进行了增补。出版后，受到社会各界的好评。

这套丛书的编辑工作虽然很辛苦，又没有报酬，全凭自己对沙产业草产业事业的一腔热情业余加班完成，但自己无怨无悔。能为推动沙产业草产业工作贡献个人的一份绵薄之力，很荣幸。尤其是在编辑过程中有幸集中检阅了理论界、新闻界和社会各界学习实践钱老沙产业草产业理论的成果，也得到了一次难得的学习机会，受益匪浅，使自己对钱老第六次产业革命思想认识又有了新的升华，更加坚定了实践的信心。

"路漫漫其修远兮"。近年来，沙产业草产业的发展虽然取得了不少令人欣喜的突破性成果，但按照钱老第六次产业革命思想理论来衡量，还刚刚破题，要做的事还很多，实践的路还很长，对钱老第六次产业革命思想的宣传工作也还任重道远，我们仍需不懈地努力，以更加丰硕的成果告慰钱老的在天之灵。

作者简介：

吴国清，男，1957年8月出生，宁夏回族自治区吴忠市人。1982年毕业于宁夏大学中文系。新华社高级记者，新华社首届“十佳记者”，资深媒体人。历任新华社宁夏分社采编副主任、主任，新华社内蒙古分社副社长、社长。现任新华社印务有限责任公司董事长兼党委书记，专著有《塞上履痕》、《禁毒风云》、《多彩的内蒙古》（上、下）等。

试论钱学森的循环经济思想

张现民



摘要:发展循环经济是我国社会主义建设的一个重大课题,也是落实科学发展观的重要举措和战略选择。钱学森不仅为我国的国防建设作出了重要贡献,也提出了发展循环经济的重要思想。本文试图从废旧物资的综合利用、大力发展沙草产业、沼气风能的综合利用等三个方面阐述,以丰富钱老的科学思想,同时也对落实科学发展观、构建资源节约型社会有重要启示作用。

关键词:钱学森　循环经济　废旧物资　沙草产业　风能　沼气

党的十七大指出,要"开发和推广节约、替代、循环利用和治理污染的先进适用技术,发展清洁能源和可再生能源"。作为一名战略科学家,钱学森不仅对我国的国防科技事业发展做出了卓越贡献,也对发展循环经济,实现资源的综合利用高度重视,形成了内涵丰富、博大精深的循环经济思想。在贯彻落实科学发展观、构建资源节约型社会的今天,学习、研究钱学森的循环经思想,具有重要的理论和实践意义。

一　关于废旧物资的综合利用

资源是一个国家实现现代化和发展现代化的物质基础。资源的综合、科学、合理利用是国家发展循环经济、走经济可持续发展的必由之路。废旧物资作为资源的一个重要组成部分,不是废物百无一用,也不是垃圾一钱不值。通过科学合理的应用,废旧物资可以变废为宝,身价倍增,成为现代化发展的有益资源。

钱学森归国后,就高度重视社会主义建设中的废旧物资综合利用问题。1956 年,他把美国、苏联和中国在资源综合利用的情形进行了对比,实事求是地指出我国在日光能、风能等方面存在的利用率低的问题,他说:"废旧物资回收利用,是一项变害为利、化腐朽为神奇的事业,可惜多年来没有引起重视,回收利用率非常低。"他从国情出发,提出了我国资源综合利用的空间和措施。

此后,如何实现废旧物资的充分回收和利用,一直是钱学森思考的一个重大问题,并利用各种场合不断呼吁以引起全社会特别是党政领导干部的重视。1982 年 11 月 2 日,钱学森在中央党校作报告时,就以具体的数字和实例,给领导干部上了重视废旧物资利用的生动一课,

既催人警醒认识到问题的严重，又提出解决办法指明废旧物资利用的光明前途。他指出，我们废旧物资的回收率低，“据统计，我国 1981 年全国供销系统一共回收了废旧物资 1130 万吨，价值 19 亿。而且这也仅占工农业生产总值的 2.8‰。具体资源按品种的回收率还没有统计。但是我们粗略作一下比较就可以看出远远不如国外一些国家所达到的数字。如西德，锡的回收率就达到 46%，铅达到 45%，纸达到 45%，铜达到 35%～40%，铝达到 25%～30%，锌达到 20%～25%，玻璃达到 15%。”

对于这种回收率低，浪费严重的原因，钱学森也做了深刻分析。他认为，技术上的障碍是次要的，他说：“资源的再生利用之所以进展缓慢，是因为科学技术上有难关尚待突破吗？当然不能说没有难点。例如一些剧毒物质是不容易处理的；又如长寿命的放射性核废料也未能找到利用和处理的好办法。但绝大部分技术问题我国科技人员是有能力圆满解决的。例如山西省长治市原金星化工厂青年化验员李爱民就利用各种工业废渣和河砂、海砂、火山岩石粉等为主要原料，新法制砖，已有 10 种不同原料的砖经国家建筑材料测试中心检验，其抗压、抗折、抗冻强度等都达到国家标准，而其中 7 种为‘特等品’，性能指标比一般用黏土烧制的砖高一倍左右。所以总的来说，不是技术上的问题。”[1]

废旧物品回收率低，技术上的障碍是次要的，那主要的原因是什么呢？钱学森认为，主要是观念认识上的原因。1984 年 2 月 14 日钱学森在全国生态经济科学谈论会暨中国生态经济学会成立大会上的讲话中指出：“如何看待‘三废’？我们要以资源的观点来看，‘三废’不是废，恐怕是宝，是送到我们家门口，不需要开采的资源。从前在旧社会，老头子背个篓筐，拾废纸。在篓子上写着‘敬惜字纸’，现在自然不要‘敬’了，但还要‘惜纸’。”他还说：“‘三废’不回收就会污染环境，例如烧煤将二氧化硫排入大气，它又形成酸雨，影响很坏。但二氧化硫是生产硫酸的原料，本来是个宝贝，你不用，它就成了公害。这些问题我觉得非常重要，同时对回收物的再利用也是一个很复杂的问题。”钱学森号召：“我们这个学会是研究生态经济学的，我们要考虑现在和子孙后代，就要考虑资源怎么不断为人类利用，做到永续利用的问题。”他在给李向南的信中说：“垃圾资源化实是资源再生利用和资源充分利用事业的一个组成部分，是一类新的企业，新的产业，新兴的工业。这是人类社会发展进步的必然产物。我们要从历史唯物主义的高度看待它，要提高，不要停留在‘捡破烂’的概念上。”

废旧物资的回收利用在突破技术和观念障碍后，如何进行管理又是需要解决的一大问题。钱学森站在世界资源利用的大背景下，呼吁国家加强这方面的组织和管理，他说“要解决组织管理的问题，要国家统筹解决！法国过去是分散解决的，美国也是分散解决的。苏联的所谓“二次资源”开发、利用也是部门分割，各干各的。我们也是如此；……国家计委、冶金部、能源部等部门的有关司局分别召开的冶金、有色金属、能源等系统资源综合利用座谈会具体研究；而且还未涉及城市垃圾及粪便的处理和利用。我们从自己的经验和世界各国的教训应该认识到：关系到环境保护和资源再生问题是国家问题，不应该由各部门分散各自去管理。老路是走不通的！”[2] 为了实现废旧物资的综合利用，他甚至建议成立垃圾业，设立国务院废旧利用部。他说：“旧物资，废气、废水、废渣是人造的资源，社会主义制度就一定要化旧为新，化废为利，建议成立国务院废旧利用部，主管这一人造资源的开发。该部不是自己搞废旧的收购，那是商业部的事，也不是自己设厂利用旧废物资，那是工业部的事，而是通过组织科学研究，开辟利用人造资源的途径，并组织有关部门实施。”[3] 由此可见钱学森利用废旧物资心情之迫切，态度之坚决。

作为关注国运，心系民生的大科学家，钱学森重视对废旧物资的回收利用有比常人更深远的考虑。1993 年 9 月 5 日，钱学森在给时任国务委员的宋健的信中说："我多年一直注意自然资源的综合利用与废气、废液、废渣以及垃圾的回收利用，目的是：1. 使我国有一个优良的生态环境；2. 使我 11 亿人口的大国，能资源永续。"[4] 十六大以来，我们党以"科学发展观"统领经济社会发展的全局，把建设"环境友好型、资源节约型"社会作为一项重要任务来抓。钱学森的这一主张，反映出一个战略科学家的超前眼光和卓越智慧，的确不同凡响。

当前，我们在废旧资源的利用各方面已进行了积极努力，但资源综合、高效利用、节能降耗的任务仍然十分艰巨而重大。钱学森关于废旧物资回收利用的思想值得我们重新学习、实践。

二　大力发展沙草产业

在 20 世纪 80 年代初期，面对新技术革命的浪潮，基于五六十年代在西部地区从事火箭导弹发射试验时所目睹的西部地区的自然特质（例如，沙漠并非不毛之地，但草地的开发效益太低），钱学森开始思考如何利用最新科学技术成果改造恶劣的自然环境，以实现价值增值和西部人民的脱贫致富。

1984 年 6 月，《内蒙古日报》记者郝诚之先生给钱学森写信，希望他能在百忙中给内蒙古自治区党报（当时叫《科学宫》）撒点科学的良种。时过仅半月，他就寄来了专论《草原、草业和新技术革命》。他在这篇文章中初步阐述了沙草产业理论，蕴含了现代循环经济的思想，例如他说"草原的草养肥了牛，牛的乳、肉、皮、脏器、骨头都转化增值了，但把牛粪浪费了。现代科技告诉我们：牛粪可以养蚯蚓，蚯蚓可以喂鸡，鸡粪可以养鱼，鱼又可以分层，鱼塘的水在密闭的水泥池子中加上青草可以产生沼气，沼气可以照明、发电、加工饲料、搞工厂化养殖；作为代替能源，可以放电影、电视、搞卫星接收、远程教育；生产要素集中了，人口集中定居了，工商业发展了，就可以建草原小城镇了，它叫'草业新村'"。钱老说："沼气池中的残渣废液是优质有机肥，可以施到草场上'还田'、'肥田'，既避免了污染，又可使草原更绿、牛更壮，转化增值更有效，人和自然更和谐发展。"这可以看作是钱学森沙草产业理论的雏形。7 月 27 日，钱老为内蒙古党委内参《调研信息》写了一篇《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》，这是五业并举的首次提出。该理论正式发表则是 1984 年第 8 期《农业现代化探讨》。

1984 年 12 月，钱学森应邀在中国农业科学院第二届学术委员会会议上对沙产业、草产业理论进行了详尽阐述，从而形成了具有丰富科学内涵的沙、草产业理论。按照他的解释，所谓的沙产业就是利用现代科学技术的最新成果（包括生物技术），依靠太阳光的转化，在沙漠戈壁地区发展农业生产。

沙产业突破了传统的植树造林，是沙漠观的一场革命。沙草产业的本质就是经营和利用沙漠，把沙漠作为资源和朋友，而不是"谈沙色变"，这种经营和利用也不是掠夺式而是充分利用沙区太阳光，用现代科学技术包括生物技术改善沙漠、戈壁地区干旱少雨的劣势，积极发展农业生产。

经过二十年的探索实践，沙草产业发展在广袤的西部地区已见成效。比如，沙柳是沙草产业中的一种基本植物。沙柳属于速生多年生植物灌木，生长快，易繁殖，是非常理想的防风固沙植被。沙柳还有一个生长特性就是三年必须平茬一次，不平茬就会枯死。在过去，人们对沙柳开发的认知几乎是空白，认为它只能起到防风固沙的作用，另一用途就作为农牧民的柴火烧

掉，根本谈不上什么经济效益。因此，当地群众种植和平茬的积极性不高，导致沙柳大面积枯死。经中国纸浆造纸研究所研究证明，沙柳是一种理想的造纸原料。2001 年东达蒙古王集团启动了沙柳纸浆配抄挂面箱板纸项目。沙柳产业化工程的实施，直接带动了库布齐沙漠 300 万亩沙柳种植基地建设。该项目覆盖鄂尔多斯市 3 个旗 15 个乡镇，2 万多农牧民从中受益。沙柳已成为当地农牧民新的经济增长点。为了真正达到复合生态效益，在种植沙柳的同时，推广林草间作，即利用沙柳行间的空地，种植紫花苜蓿、沙打旺、羊柴等优质牧草。把平茬下来的沙柳枝条的 85%粗干用于纸浆造纸，其余 15%的细梢与林间产出的大量牧草，加入部分农作物秸秆，配成混合饲料，成为奶牛和绒山羊的重要饲料来源。当他们将这一项目向远在北京的钱学森报告时，钱学森欣然回信说："看了您们的材料，我认为内蒙古东达蒙古王集团正在从事一项伟大的事业——将林、草、沙三业结合起来，开创我国西北沙区 21 世纪的大农业！ 而且实现了农工贸一体化的产业链，达到沙漠增绿，农牧民增收，企业增效的良性循环。我向您们表示祝贺，并预祝您们今后取得更大成就！"[5]

沙草产业拉长了产业发展的链条，实现了循环经济的发展目标。钱学森指出，要提高农业的效率，不但要充分利用植物光和作用的最终产品，还要尽量插入中间环节的有用产品。例如，利用秸秆、树叶、草加工成配合饲料，发展牛、羊、兔养殖，还可以饲养鸡、鸭、鹅。牛粪可以种蘑菇，养蚯蚓。蘑菇供人食用，蚯蚓是饲料的高蛋白添加剂。排出的废物也还可以加工成鱼饲料，或送到沼气池生产燃料用气。鱼塘泥和沼气渣最后用来肥田。实践沙草产业的基地不单指培植沙生动植物和种草，而是农工贸一体的生产基地。1990 年 9 月 17 日，钱学森在给中国草业协会理事长李毓堂的信中说："草产业的概念不仅是开发草原、种草，还包括饲料加工、养畜、畜产品加工。最后一项也含毛纺织工业。"

钱学森的理论不仅使沙草产业拉长了产业链，而且实现了价值增值，实现了经济效益、社会效益和生态效益的良性发展，巧妙的达到了沙漠增绿、企业增效和农牧民增收的有机统一。2008 年 1 月 19 日，胡锦涛总书记看望钱学森时说："前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里的沙产业发展很好，沙生植物加工搞起来了，生态得到恢复，人民生活水平也有了明显提高，他们人均年产值达到了5000美元，和东部沿海一样。钱老，您在几十年前提出的沙产业思想已经开始变成现实。"这是对钱学森发展沙、草产业思想与实践的充分肯定。钱学森发展沙草产业思想的成功实践证明，这一产业是沙区人民实施循环经济的必由之路。

三　关于沼气与风能的开发和利用

新世纪伊始，中共中央提出社会主义新农村建设的新任务。在社会主义新农村建设中如何充分发挥科技进步的推动作用，是实现农村科学发展的重要举措。随着科学技术的进步，沼气和风能的开发和利用已成为顺应农村民心、保护农业环境、促进结构调整，加速农村发展的功德事业。而这些事业，钱学森在 50 年前就开始给以论证并积极提倡。

1957 年，钱学森就在有关会议上强调要发展沼气技术。他从广开农业能源和提高生物能的资源利用率的角度，谈了农村发展沼气的必要性。他说，当前资本主义世界由于能源危机，许多国家在煤、石油等能源以外探索新的能源，例如利用太阳能、潮汐、地热、风以及生物，等等。1958 年《科学大众》6 月号刊登钱学森的一篇文章《展望十年——农业发展纲要实现以后》，他在文章中用了较大篇幅论述了发展沼气的可能性和必要性，他指出："农场中每年有大

量的作物秸秆、茎叶、人畜粪便，还有大量的树叶、杂草等，把这些东西放在密封器里发酵，可以产生沼气和二氧化碳。沼气是很好的点灯燃料和煤气机的燃料，如果把沼气压缩在高压气罐里，那就是拖拉机、联合收割机、运输汽车等的燃料。燃烧沼气的发热量比汽油还高，估计6000亿马力小时所需要的沼气量只有1.2亿吨，再加上点灯等的需要，每年沼气的用量大约有2亿吨。2亿吨的沼气要多少发酵原料？这我们还没有确切的资料，但估计湿料大约得100亿吨。发酵后的剩渣大约有90亿吨，又是很好的有机肥料。"他还说："我们能不能聚集到100亿吨的发酵原料呢？因为人口会不断增加，我们姑且假定以7亿人口计算，其中5亿为农村人口，2亿为城市人口。每一农村人口如果能养一头猪，那就是5亿头猪，而每头猪每年产粪尿2.5吨，所以每年猪粪尿共有12.5亿吨。如果有一部分城市人粪尿可以下乡，以6亿人的粪尿计算，每人每年产0.35吨，每年共有2.1亿吨。因此光是人和猪的粪尿每年就有近15亿吨，再加上其他牲畜的粪尿，想来可以有20亿吨以上。如果全国16亿多亩地，除了牲畜饲料之外，每亩每年还能产2500斤茎叶、秸秆，每年就有约20亿吨。树叶、杂草假定是30亿吨。三样加起来一共有70亿吨，所以再找补上30亿吨的垃圾和污水，就可以满足沼气原料的全部要求。因此看来我们的沼气计划是可以实现的。"

在沼气利用的过程中，发酵气体里含有大量的二氧化碳，可以同沼气分离开来。如何利用这些分离出来的二氧化碳成为科学家钱学森思考的重大问题。他说，"二氧化碳是植物光合作用的原料之一，二氧化碳也就可以说是一种肥料。把二氧化碳气体放到温室里，增加温室中的二氧化碳浓度，也就促进了温室里作物的生长，可以得到超越平常的产量。"他还利用科学家宽广的视野明确指出另外一种使用二氧化碳的方法："另一个利用二氧化碳的办法是养殖小球藻。小球藻是在水里繁殖的绿色微小的单细胞藻，它的光合作用能力很强能够高效率地利用太阳光里的能量。如果我们把二氧化碳通进养殖小球藻的水里，更能促进它的生长，那就有可能每年在一亩地面积的水池里产生几万斤的小球藻。根据分析，小球藻是富于养分的，含有碳水化合物、蛋白质、脂肪、矿物质和维生素，很像是大豆和菠菜的混合物，可以作为猪和其他家畜、家禽的精饲料。有了这种高产量的小球藻，就不怕养上面所说的那5亿头猪了。"

发展沼气是钱老一生关注的话题，到晚年时他仍关心这一关系到广大农村地区的重大工程。特别在他同农业、生物、技术专家通信时，总是提及发展沼气的重要。1980年1月28日，钱学森在给山西省农业系统工程专家张沁文的信中说："沼气非常重要。"1984年11月5日，他在给河南省机械研究所江觉贤的信中说："您们的信没有谈能源。这是大问题。我认为在河南要大搞沼气，不但做饭，而且用于内燃机、汽车。您那里有人搞吗？"1987年2月2日，他在给浙江省环境保护研究所陈际平的信中说："沼气在我国的潜力极大。《经济参考》1986年10月17日第5版载文说浙江省诸暨县株江乡农民王天喜大搞沼气系统，说一年综合生产收入，一户就可达3万元。中国该有千千万万个王天喜。再加城市沼气，也大有可为。所以您要开创的事业是伟大的，希望您下决心！"

风能的综合利用也是钱老关怀的事业之一。作为一名蜚声中外的空气动力学家，钱老在从事国防建设的同时，也关注把风洞原理运用于风力发电和风能的利用。看到我们国家风能利用率低下且经济困难、百废待兴，利用风能发电具有广阔的空间，因此他大力呼吁发展风能的开发和利用事业。1977年12月，中国航空学会西欧考察团向时任国防科委副主任的钱学森汇报工作后，钱学森明确表示："要搞风力发电，这个任务由您们风洞指挥部来搞。"1978年3月在科学会议上，钱学森对气动中心代表王昌棋说：我们要搞风力发电。5月，钱学森来到绵

阳气动中心再一次明示搞风力发电的必要性。在钱老的倡议和促进下，1981年，中国科协成立了以研究风能开发和利用作为主要机构的风能专业委员会。1982年，钱老对搞风力发电提出明确的研究方向：第一，推广小型风力发电装置，即几千瓦到几十千瓦的。第二是几百、一千或几千千瓦的大风机，国外已不是什么大问题了，我们怎样掌握这个技术？第三是探索性的工作，要一些有头脑的人来研究。他还重申："要把风力发电研究作为为四个现代化服务的一项工作，气动中心除了为国防服务外，应抓好这项工作，对此要有足够的认识。"

推广小型发电装置在我国广大农村理应大有用武之地。1981年2月，钱老在给能源研究会的一份题为《我国农村的能源政策》的报告中指出："我国有10亿人口，有8亿农村人口……我们首先要看到，农村不同于城市，人口稀得多，有广阔的土地面积，所以发挥农村优势，就是利用密度低的能源，这就是利用太阳光和由太阳光派生出来的能源，第一条道路是发展沼气，第二条道路是风力发电和水力发电。"中国空气动力研究与发展中心主任贺德馨在他的论文《钱学森同志对我国风能事业的关怀和指导》一文中说："这些年来，我国风能开发和利用的具体方针基本是按钱学森同志的设想来制定的。即一方面在风能资源丰富、无电网的广大偏远农牧区推广独立运行的小型风力发电机，以解决分散生活用电的迫切需要，另一方面在风能资源丰富，接近电网末端的沿海地区和部分内陆地区发展直接并网或与柴油机联网，以解决生产用电不足和集中生活供电的需要。1991年我国已安装了约11万台小型风力发电机，其中内蒙古占80%以上，农牧区把用上了电比作'共产党给了他们第二次光明'。"[6]

利用风能发电是风能利用的重要形式，也是电力建设的重要渠道。钱学森在指出推广风力发电装置的同时，提出要搞大型风力发电机组同全国电力建设结合的思想。他说："风力发电也有不稳定的缺点，单靠风力发电要配蓄电池，投资就大了。最好是全国建成电网，把风力发电、水力发电以及核电联合起来，同全国电力建设结合起来。"1984年，钱学森得知福建平潭要发展风电场后马上通知贺德馨与他的大学同学、福建省电力设计院郑世芬联系。钱学森的风能技术思想得到了国家有关部委的高度重视，1984年11月国家成立了中国风能技术开发中心。中心成立后，在地区风能开发、对外技术合作和技术培训等方面做了大量工作。1989年，在新疆大坂城安装了13台从丹麦引进的150千瓦风力机组，在内蒙古朱日和安装了5台从美国引进的100千瓦风力机组。在随后几年里，全国各地陆续建设风电场，装机容量逐年增加，为利用新能源和可再生能源，改善电力工业结构打下了良好基础。

1990年9月10日，钱学森对我国21世纪的供电问题提出了重要设想，他说："风力发电的弱点是有季节及朝夕变化，不与用电的时间需求相合，因此要靠调节的另一种电源。由此考虑，我设想我国21世纪的供电问题可以用以下方案解决：(1)400万台标准化的500千瓦风力发电机组；(2)充分开发我国大中小水电资源；(3)烧燃料气的峰值供电汽轮机发电机组。而燃料气来自化工等工厂，不是来自煤炭，没有污染。另外，还可以考虑用核电以补不足。这是一个以风力为主干的电力计划，请您们审查，有无道理？当然，如要考虑此设想，先要有全面的规划，这要有国家的支持。而您们搞风能的同志则要研究：(1)如何标准化以降低成本，提高可靠性；(2)选点及建网，先利用现成设施做起；(3)其他问题，如设备批量生产的组织。总之，风力发电今后不能停留在小打小闹，要大干，从你们自己认识开步！面向21世纪的社会主义中国！"

总之，钱学森的循环经济思想是系统科学在经济领域的重要运用和实践，是钱学森情系富国强民的重要表现。图1是钱学森发表在1958年6月号《科学大众》一篇文章中的插图，是钱

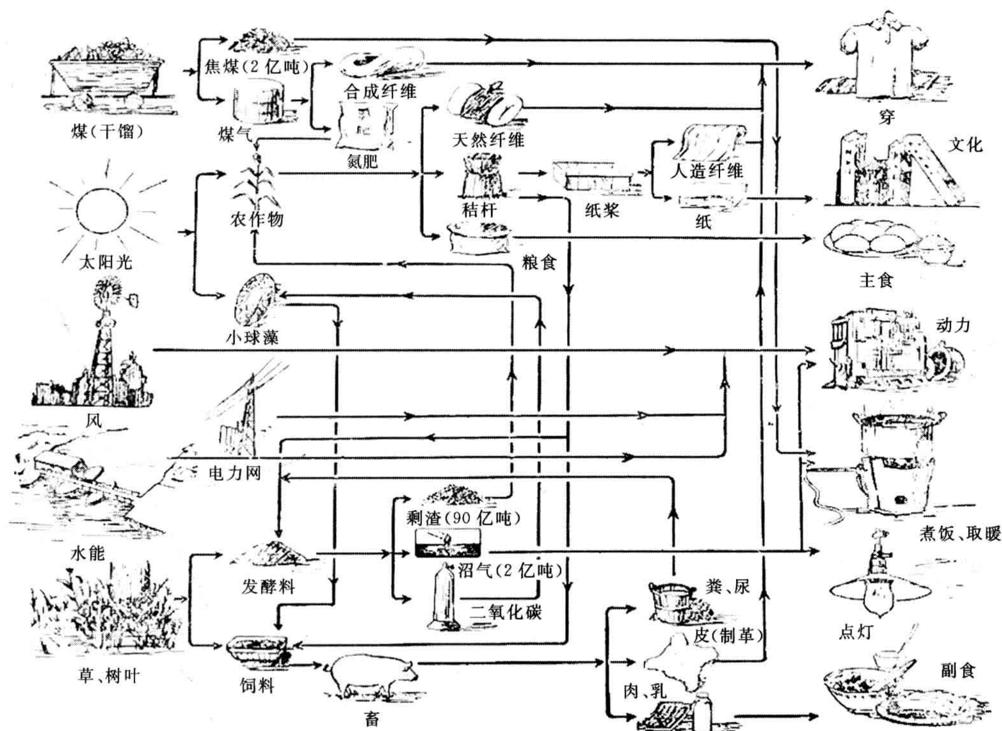


图 1　循环经济思想示意图

学森循环经济思想的集中体现。作为一名科学家,钱学森始终站在现代科学技术的前沿,积极探索发展循环经济的可能性与必要性,从而使其钱老的循环经济思想具有较强的现实可操作性。钱学森作为系统科学家,能够从整体和全局的高度,最大限度地拉长发展循环经济的产业链,对实现经济、社会价值的最优化和最大化也具有很强的指导意义。

参考文献:

[1] 再生资源研究. 1989(1):4.

[2] 再生资源研究. 1996(5):15.

[3] 钱学森手稿原件. 现馆藏于上海交通大学钱学森馆(筹).

[4] 再生资源研究. 1993(10):3.

[5] 2001 年 5 月 30 日,钱学森写给赵永亮、郝诚之的信(复制件). 现馆藏于上海交通大学钱学森馆(筹).

[6] 宋健. 钱学森科学贡献暨学术思想研讨会论文集. 北京:中国科学技术出版社,2001:175.

作者简介:

张现民,1973 年 2 月出生,山东省临沂市人,华东师大历史系毕业,博士。上海交通大学钱学森图书馆征集保管部负责人,馆员。自 2004 年后,一直追寻钱学森学习、工作和生活足迹,在国内和国外进行有关钱学森资料的征集工作。征集入馆后,还对资料进行系统整理、分类和研究工作,已有十余篇论文公开发表在全国各类期刊杂志。现正在组织实施全国哲学社会科学课题《钱学森年谱》的编撰工作,拟于 2013 年结项完成。

沙草产业理论与西部扶贫开发

冷德熙



钱学森院士，著名科学家，中国导弹之父。他的一生对祖国和人民做出了巨大的贡献。

钱老，志在报国，心在富民。在20世纪八九十年代，他提出的以沙产业、草产业为主要内容的“第六次产业革命”理论，凝聚着他对我国西部地区贫困人群的同情与关切，包含了他对我国扶贫开发事业、尤其是西部开发式扶贫的理论贡献。

钱老提出的“第六次产业革命”理论，在国内外引起巨大反响，尤其是在我国甘肃、内蒙古等西部省区，当地政府部门高度重视，积极推进，将发展沙产业草产业写入地方政策法规和发展规划。同时，一大批民营企业家身体力行，大胆实践，在我国西部生态脆弱地区探索出一条改良生态、发展生产、帮助农牧民脱贫致富的开发式扶贫之路。

沙产业草产业的科学理论与成功实践，为我国西部大开发提供了重要的理论借鉴，为生态脆弱地区的环境保护提供了成功经验，为贫困地区人民依靠自己的力量发展特色产业、战胜经济贫困指明了方向，为人类反贫困事业的最终胜利树立了信心。

一　什么是沙产业草产业:“第六次产业革命”理论的提出

1984年，钱老在中国农科院做了一次长篇讲话，题为《创建农业型知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》。他认为，即使在沙漠、戈壁等恶劣的自然条件下，在充分运用现代科技的情况下，通过生物的光合作用，实现对太阳光能的有效转化，也可以建立以沙产业、草产业为代表的知识密集型现代大农业。这将是人类历史上一次新的产业革命。

钱老认为，人类历史上曾经先后经历过农牧业、商业、大工业、国家性大产业体系四次产业革命，我们正在经历的信息技术革命是第五次产业革命，21世纪人类将经历第六次产业革命，这就是基于信息、生物等现代科技的智力密集型的现代大农业，他称为“农业型知识密集产业”。

这次产业革命的实质，是以太阳光为能源，利用生物、水和大气，通过农、林、草、畜、菌、药、鱼，加上工、贸等，形成新的知识密集型产业，这就是包括了农、林、草、沙、海产业在内的“大农业产业”。

他认为，如果说信息技术主要发生在充满现代文明的城市，将改变现代人传统的生活方式、生产方式、娱乐方式，逐渐消除人类脑力劳动与体力劳动的差别，那么，第六次产业革命将主要发生在农村，在落后的西部，甚至可以发生在过去被称为“死亡之海”的大漠戈壁。由于这次产业革命将通过现代科技和现代产业，协调城市和乡村，连接工业和农业，因而最终将“消灭几千年来人类历史上形成的城市与乡村的差别”，当然也包括工业与农业传统意义上的差别。

长期以来，沙漠戈壁是不毛之地，大片草原的生产效益极低。我国的沙漠戈壁和草原主要分布在我国的西部。钱老曾经长期在西部航天基地工作，亲眼目睹了西部许多地区生态的脆弱、环境的恶劣，亲眼目睹了当地人民对祖国两弹事业的无私奉献。但是长期以来当地群众物质生活却极度匮乏，所以，钱老对在西部发展沙产业、草产业给予了特别的关注。

1.“能不能让这16亿亩的沙漠戈壁每年也提供几千亿元的产值”

1984年12月23日钱学森先生在中国农科院第三届学术委员会的报告中，对沙产业阐明如下内容：一是从科学视角出发，具有充沛阳光资源的沙漠、戈壁是可以发展成为农业型产业空间的；二是当前广袤的沙漠戈壁上阳光资源的潜力远未被开发利用；三是沙产业研究还是空白，真正做到沙产业大发展还有待时日。

钱老认为，要用现代科技管理沙漠和戈壁，让生物利用太阳光能为人类创造财富。他说：“沙漠要充分发挥它的作用，那就靠沙产业了！”

所谓沙产业，就是要“多采光，少用水，新技术，高效益”。要利用阳光，通过生物，延伸链条，依靠科技，对接市场，创造财富，造福百姓。坚持生态、生计兼顾，治沙、致富双赢，绿起来、富起来结合。要用科学技术解决农牧民的富裕问题。

1991年3月，钱老在全国沙产业研讨会上提出：“假使我们运用全部的现代科学技术，包括物理、化学、生物学这样的基础科学，能不能让这16亿亩的沙漠戈壁每年也提供几千亿元的产值呢？有没有这个可能，这是个很值得研究的问题。”他认为：“要宣传沙产业在我国社会主义建设中的重要性，并讨论我国沙产业的50年规划。”

1994年7月，钱老在全国政协常委会上提出：要“在不少于100年的过程中改造利用沙漠，这就是沙产业的任务。我们要在100年内逐步地做，中间不断地有所发展”。

2.“草业兴旺发达起来，它对国家的贡献不会小于农业”

我国是一个草原大国，拥有各类天然草原近4亿公顷，居世界第二位，约占全球草原面积的13%，占国土面积的41.7%，是耕地面积的3.2倍，森林面积的2.5倍。草原与土地、森林、海洋一样，是重要的战略资源。丰富的草原资源为我国草业提供了巨大的发展空间和发展潜力。

1984年，钱学森院士心系内蒙古，应约为《内蒙古日报》撰写专论《草原、草业和新技术革命》一文，高屋建瓴地指出，内蒙古自治区有13亿亩草原，如果“下决心抓草业”，“可是件大事”。因为“农田少，大约才7000万亩，而草原面积却是农田面积的18倍还多，所以草业的产值完全可以大大超出农业的产值。一旦内蒙古带好这个头，全国的草原利用好了，草业兴旺发达起来，它对国家的贡献不会小于农业”。他说：“我相信，我国的畜牧业将会有一个大发展，为全国人民提供丰盛的动物蛋白。这就是我提出草产业的指导思想。”

2002年12月18日，钱老在给内蒙古沙产业、草产业协会领导杨利民、夏日同志的信中深

刻地指出:"江泽民同志在十六大报告中讲到西部大开发问题时提出:'积极发展有特色的优势产业'。内蒙古的优势产业是什么?我认为就是沙产业和草产业,这是内蒙古新的经济增长点。只要内蒙古的同志紧紧抓住了这两大产业,真正建设成知识密集型的沙产业和草产业,内蒙古的社会主义现代化建设就会迈上一个新的台阶,内蒙古的生态环境也会得到改善。"

什么是沙产业、草产业?内蒙古沙产业草产业协会副会长兼秘书长郝诚之教授做了很好的注解:钱老的沙产业、草产业理论,就产业链的延伸、加工、增值来说,是个"四过"转化的过程。一是"过光(阳光)转化":把阳光、叶绿素、二氧化碳和水转化成植物蛋白;二是"过腹转化":把植物蛋白通过家畜、家禽的消化系统转化为动物蛋白;三是"过机(机器、设备)转化":把动物蛋白通过先进的设备和流水线转化为食品、饮品、药品、用品等生态精品;四是"过市(市场)转化":通过名牌创建、科学管理、网络营销、市场竞争,把生态精品转化为畅销商品,赚取"增了值的货币"。概言之,钱老倡导的中国特色的沙产业、草产业理论,是围绕一个"省"字,走资源节约再生的循环经济之路;突出一个"链"字,走"草畜工贸四结合"的龙型生态经济之路;强调一个"转"字,走新型的工业化的集约经营之路;追求一个"增"字,走技术创新、成果集群、系统耦合、利用综合、效益叠加的知识经济之路。沙产业、草产业理论对我国改革开放的重大贡献是:它打破了条块分割,着眼于总体效益,立足于光热转化,致力于脱贫致富,为西部大开发的科学运作和健康发展指明了极具时代感的前进方向。

二　沙产业草产业理论指导下西部贫困地区自我发展的成功典范

1. 民营企业和企业家是发展沙产业草产业的实践先锋

2008 年 1 月 19 日,胡锦涛总书记看望钱老,总书记告诉钱学森:"前不久,我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察,看到那里沙产业发展得很好,沙生植物加工搞起来了,生态正在得到恢复,人民生活水平也有了明显提高。钱老,您的设想正在变成现实。"

中央电视台播出这个情景,让全国人民都知道了鄂尔多斯的沙产业正在取得成功。

2011 年 7 月 9 日,本年度"库布齐国际沙漠论坛"在鄂尔多斯市库布齐沙漠核心区七星湖开幕。中共中央政治局常委、全国政协主席贾庆林致信祝贺。称赞"中国亿利资源集团走出了一条沙漠治理与新兴产业发展相结合的新路子,为中国乃至世界荒漠化防治积累了宝贵的经验。"

2007 年,库布齐沙漠腹地分散居住的 36 户牧民,自己没花一分钱,搬进了亿利资源集团投资2000多万元兴建的牧民新村。该企业将牧民组织起来,与企业形成利益共同体,使牧民成功脱贫致富:牧民用自己的"荒沙废地"使用权入股亿利集团,成为企业的股民;每年都参与沙漠治理,成为企业的生态工人;在企业为自己建的大棚中种植蔬菜,成为菜农;同时,他们还在企业为自己建好的标准化牧场中养羊养牛;也可以在紧靠新村的亿利七星湖旅游景区为游客牵马、拉骆驼挣钱。

二十多年来,亿利资源集团投资近 30 亿元,以沙漠产业化的方式绿化库布齐沙漠5000多平方公里,控制住库布齐沙漠 2/3 的荒漠化面积;修建了多条纵横交错的穿沙公路,建设了沙柳防护带、甘草种植区、大棚农业区、生态无人区、沙漠旅游区;大规模发展了沙漠天然药物、清洁能源、新材料、高端旅游等沙漠绿色产业,仅沙漠现代甘草医药产业的营业收入每年达 30 亿元人民币,帮助几十万老百姓摆脱了贫困,探索出一个兴业、富民、环保的产业化治沙模式,实

现了沙漠“绿化—转化—产业化”良性互动的循环发展格局。

同样是在鄂尔多斯，另一家防沙治沙的成功企业，受到过钱老的高度称赞。这就是赵永亮和他的东达蒙古王集团公司。

在钱老沙、草产业理论的指导下，这家企业根据当地区域及气候特点，围绕生态建设和荒漠化治理，遵循循环经济的原则，重点实施了生态效益、社会效益和经济效益高度统一的一系列工程项目：一是为救活濒临破产的国有造纸企业，率先采用沙柳配抄木浆生产挂面箱板纸新工艺，用沙柳平茬的木质纤维素当造纸原料；二是用订单林业激发沙区群众种植沙柳、及时平茬的积极性，帮助农牧民脱贫致富；三是开发多绒型绒山羊新品种、科学发展羊绒加工业（该集团下设羊绒衫厂，生产“东达蒙古王”品牌羊绒衫）；四是在沙柳行距间种植优良牧草，伴以玉米秸秆等饲料，为绒山羊舍饲、半舍饲创造条件。进而把“绿化”和“产业化”合理对接，“绿起来”和“富起来”有效结合，创造性地探索出在我国西部沙区恢复生态、发展生产、提高农牧民生活（即“三生统一”）的新路。

根据有关专家和东达蒙古王公司自身的经验总结，该公司实施这些项目的最大特点可以集中概括为“三生”、“五增”、“四个一”。所谓“三生”就是通过项目建设，恢复沙区生态，发展沙区生产，提高沙区人民生活水平；“五增”是让沙漠增绿，沙柳增值，农牧民增收，企业增效，地方增税；“四个一”是指上一个项目，带一片产业，兴一地经济，富一方百姓。为此，2001 年 5 月 30 日，钱老对赵永亮的沙产业及其对扶贫事业的贡献给予了积极的肯定和高度赞誉：“我认为内蒙古东达蒙古王集团是在从事一项伟大的事业——将林、草、沙三业结合起来，开创我国西北沙区 21 世纪的大农业！而且实现了农工贸一体化的产业链，达到沙漠增绿，农牧民增收，企业增效的良性循环。”

而同样是在内蒙古的呼和浩特，作为中国乳业、草业两大巨头的蒙牛和伊利，均为国家农业产业化的重点龙头企业，在产业链上联系着数百万奶农，每年向农牧民发放奶款几十亿元，连续向国家缴纳税款上百亿元，被誉为我国西部最大的“造饭碗企业”。

20 多年来，在钱老“第六次产业革命”理论影响下，中国西部涌现了一批实践沙产业、草产业理论的成功典型，他们取得了经济效益、生态效益、社会效益的“三效统一”，实现了沙漠增绿、资源增值、农牧民增收、企业增效的“四增同步”。

2. 地方政府对沙产业草产业理论的积极推动和实践探索

如何加快西部贫困地区的开发建设？西部地区能否将国家的支持、兄弟省区的合作与自身的努力有效结合起来，形成一种开发当地优势资源发展经济的有效机制，走出一条“自组织自增长”的成功道路，一直是许多西部地区管理部门和有识之士高度关注的问题。沙产业草产业理论提出之后，一些西部省区高度重视，积极推进。甘肃省把沙产业写进了“九五”、“十五”计划，内蒙古连续三年把沙产业、草产业写进了《自治区政府工作报告》，并列入“十一五”规划。一些地方政府结合当地生态环境和经济社会发展实际情况，进行了有益的实践探索。

甘肃民勤是腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠的汇合之地，其东、西、北三面被这两大沙漠紧紧包围。历史上这里曾经拥有“风吹草低见牛羊”的景致，也是塞上鱼米之乡。但自从 20 世纪 70 年代这里的河水干涸之后，生态恶化，土地大面积沙化，逐渐成为首都北京沙尘暴的四大风沙源之一。温家宝总理曾经多次批示：“决不能让民勤成为第二个罗布泊！决不能让两大沙漠合龙！决不能让民勤从地图上消失！”

近年来，当地人民在党和政府的领导下，成功运用钱老的沙产业草产业理论，成为我国西部发展沙产业成功防沙治沙的典型。针对民勤生态恶化的实际情况，民勤县委县政府提出了"生态立县、草业兴县、畜牧强县"的总体战略部署，把充分利用光热、土地等自然资源优势，建设"多采光、少用水、新技术、高效益"的沙产业作为发展沙区新型支柱产业和全面建设小康社会的重要途径，建立了农林牧一体化、种养加一条龙的循环经济模式。以完善的生态保障为前提，发达的林业产业体系为框架，高效优质的农牧产业为促进，用产品的深加工增值拉长产业链，建成了50000多亩的沙产业基地，辐射带动了周边乡村的林产业发展，年产效益5000多万元。同时，全县还重点示范推广复合型农田防护林建设，和以红枣、葡萄为主的经济林基地建设。目前全县经济林保存面积达15.88万亩，其中挂果面积8.31万亩，年果品产量16345吨，产值达2354万元。沙产业、林产业体系化的建设，为民勤的经济发展插上了腾飞的翅膀。

而甘肃张掖实践钱学森沙产业理论10多年来，成效十分显著。在政府部门支持下创建了一个个沙产业综合开发示范区。他们在沙区大力发展温室农业和养殖业，使原来的耗水农业，转变成为了全国先进的节水型农业。全区目前已经建立了15个沙产业开发示范基地，7万亩日光温室，地膜覆盖100万亩，节水灌溉200万亩，兴办沙区资源产品加工企业800多家，水资源利用率达到65%以上，年产反季节蔬菜2亿多公斤，年加工产值达20多亿元，成为我国"西菜东运"和"高原夏菜"出口的重要基地。

内蒙古鄂尔多斯地处蒙古高原的西南部，在20世纪90年代之前，鄂尔多斯基本上一直在拖自治区经济的"后腿"。主要原因是当地国土面积的48%是沙漠，29%是荒漠草原，19%是水土流失严重的丘陵沟壑，风多沙大，干旱少雨；全市7旗1区曾有5个国家级贫困旗县和3个自治区级贫困旗县，是全国生态环境最为脆弱的重点地区。

20多年来，鄂尔多斯市委市政府组织当地人民积极防沙治沙、用沙管沙，实现了由植被建设向产业发展的飞跃，逐步形成了绒、肉、乳、药四大绿色支柱产业。其中沙产业托起的"沙漠药圃"引人注目，甘草、沙棘、锁阳、麻黄、苦豆籽、螺旋藻等有顽强生命力的半野生中草药材，经过原产地认证，规模化种(养)植，规范化管理，多层次转化，市场化运作，品牌化打造，已成为"退耕还林，退牧还草"工程的新型后续主导产业。植被恢复、生态改善的同时，林沙产业也经历了规模从小到大、链条从短到长、档次从低到高、市场从近到远的过程，经济效益也日益凸显。目前已初步形成了以人造板、造纸、饲料、药品、生态旅游为主的林沙业产业体系，建立了多处规模经营的林产业、草产业、沙产业试验示范基地，涌现出一批以民营企业为代表、以机制创新为特点的沙、草产业龙头企业。东达蒙古王、伊泰、伊利、蒙牛、亿利资源等龙头企业连接基地和农户，形成了前连市场后连农户、农工贸一体化、城乡结合的沙业草业产业链，拥有自己的产品、品牌、市场，产生了很好效益。他们坚持生态、生计兼顾，治沙致富双赢，绿起来、富起来相结合，将治理蕴含于开发之中，将生态效益与经济效益紧密结合起来。可以说，钱老提出的"沙产业"、"草产业"的理想在这里得到真正的实现，走出了一条沙漠增绿、资源增值、农牧民增收、企业增效、地方增税的成功之路。

三　沙产业草产业对于国家扶贫开发事业的重大意义

根据第四次全国荒漠化和沙化监测结果，我国荒漠化土地面积达262.37万平方公里，占国土总面积的27.33%，其中八大沙漠、四大沙地和五大草原都在西部。水土流失面积的80%

在西部，每年新增荒漠化面积的90%以上在西部，国土面积、矿产资源的60%以上集中在西部，少数民族人口的80%以上也集中在西部地区。

可以说，在西部，贫困与生态环境的脆弱、生存条件的恶劣等因素都是交织在一起的。西部地区能否得到及时有效的开发，西部百姓能否早日走出贫困的阴影，直接关系到我国小康社会的全面建成，以及民族团结、边疆稳定和政治安定。

1. 沙草产业理论唤起西部人民开发资源、保护生态、战胜贫困的奋斗激情

长期以来，人们对沙漠充满恐惧，沙漠被视为人类生命禁区。建国后，我们只重视生态建设，一味的号召植树造林，人为地把"绿起来"和"富起来"隔离开来，结果造成了"一年绿，二年黄，三年又是老模样"的局面。钱老沙产业、草产业理论则是把目光投向沙漠的优势资源，提出利用有利的条件从积极的方面去开发，为西部沙区人民和草原人民开发资源、保护生态、战胜贫困提供了科学的理论指导。

正如全国政协常委、内蒙古沙产业草产业协会会长夏日所说，钱老的沙产业、草产业理论是对传统沙漠观和传统的防沙治沙工作的革命："接触了钱老沙产业、草产业理论以后，在治沙方面是一个全新的、豁然开朗的、开窍的感觉。后经过进一步的学习，我觉得钱老理论是现代人类对沙漠认识的最高点、最新境界，或者说是最新的归纳……。"正是在沙产业理论的指导下，在我国西部的内蒙古、甘肃等地区，出现了通过发展沙产业取得成效的扶贫开发新模式。

正是在钱老沙产业、草产业理论的指导下，在内蒙古的鄂尔多斯，自然资源得到有效开发，特色产业迅猛发展，与此同时，生态环境得到有效的保护。2000年，鄂尔多斯林草覆盖率不到20%，现在则达到80%以上。2009年，农牧民人均沙产业的收入是1900元，当年农牧民人均纯收入是7052元。2010年农牧民人均纯收入接近8000元。一首在鄂尔多斯流传的新民歌，比较真实地反映了当地自然生态的60年变迁："20世纪50年代，风吹草低见牛羊；60年代，滥砍滥牧乱开荒；70年代，沙进人退无躲藏；80年代，人沙对峙互不让；90年代，人退沙退变模样；21世纪初，产业链上做文章，人沙双赢奔小康。"

2. 沙产业草产业的理论与实践为扶贫开发事业描绘了光明的前景

我国的扶贫开发事业大体经历了农村体制改革（1978—1993）、八七扶贫攻坚（1994—2000）和开发式扶贫（2001—2010）三个阶段。目前，国家新的10年扶贫开发计划正在制定。所谓开发式扶贫，即是在国家必要的财政支持下，利用贫困地区的自然资源，进行开发性生产建设，逐步形成贫困地区和贫困户的自我造血功能，主要依靠自身力量解决温饱、脱贫致富。

统计显示，1978年，我国农村没有解决温饱问题的绝对贫困人口高达2.5亿人。在经过八七扶贫之后，贫困人口锐减。2001年西部地区低收入贫困人口是5535.3万，2008年进一步锐减至2648.8万人，贫困发生率从19.8%下降到9.3%，比全国同期快了4.5个百分点。西部重点县农民人均纯收入从2001年的1197.6元增加到2008年的2482.4元，增长107.3%，比全国重点县的增长幅度高2.9个百分点。

从2001年开始，中央在老少边穷地区确定了592个县，作为扶贫开发的重点，其中属于西部的有366个，分别分布在六大贫困区：内蒙古高原东南边缘风沙区、黄土高原沟壑水土流失区、秦巴山地生态恶化区、卡斯特高原丘陵环境危机区、横断山脉高山峡谷封闭区和西部沙漠高寒山区环境恶劣区。其中内蒙古高原风沙区和西部沙漠高寒山区都与西部沙漠戈壁密切相

关。生态恶劣、环境脆弱，是当地人民生活贫困的直接根源。

在沙产业草产业理论指导下，甘肃、内蒙古等西部省区人民，在各级党委和政府的领导下，依托当地资源，发展特色产业，寓扶贫开发、经济增长于环境保护、生态建设之中，为沙漠戈壁生态恶劣地区、为西部乃至全国贫困地区的扶贫开发、脱贫致富提供了成功的经验，指明了发展的方向。

2000年联合国千年首脑会议上，189个国家签署《联合国千年宣言》，确定了千年发展目标，涉及社会、经济、教育、环境等8个方面。来自世界银行公布的数据表明，过去25年全球脱贫事业成就的67%来自中国。1990年，中国的贫困人口占总人口比例为33%，到2004年，这个数据下降到14%。这就是说，在2004年，中国已经实现了将贫困人口减少一半的“千年发展目标”。

但是，扶贫开发之路在我国全面建设小康社会的历史进程中仍将任重道远。温家宝总理曾在联合国指出，如果按照人均每天一个美元的国际贫困标准计算，我国将仍有1.5亿的贫困人口，我国的扶贫开发事业仍有很长的路要走。

沙产业草产业的科学理论与成功实践，为我国西部大开发提供了重要的理论依据，为生态脆弱地区的环境保护提供了成功经验，为贫困地区人民依靠自己的力量发展特色产业、战胜经济贫困指明了方向，为人类反贫困事业的最终胜利树立了信心。

参考文献：

[1] 中共中央国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见.

[2] 国务院关于进一步促进内蒙古经济社会又好又快发展的若干意见.

[3] 国务院关于印发全国主体功能区规划的通知.

[4] 国家林业局关于进一步加快发展沙产业的意见.

[5] 曾培炎. 西部大开发战略决策的提出和实施. 党的文献，2010(2).

[6] 田聪明. 深切缅怀我国“沙草产业之父”. 西部大开发，2011(6).

[7] 郝诚之. 对钱学森沙产业、草产业理论的经济学思考. 北方经济，2004(3).

[8] 郝诚之. 钱学森知识密集型草产业理论对西部开发的重大贡献. 北方经济，2007(5).

[9] 刘恕. 纪念钱学森建立沙产业理论十周年文集. 北京：中国科技出版社，1995.

作者简介：

冷德熙，1963年出生，江西省九江市人，1991年获北京大学哲学博士学位，《科技日报》主任记者、历史文化学者。曾出版《超越神话》、《我们这一个世纪》、《关注中国数字鸿沟》等书，曾任湖北英山县副县长、内蒙古科技厅副厅长(挂职)、《科技日报》专题部主任。创办内蒙古长调艺术交流研究会，任副会长兼秘书长。

发展沙产业草产业的实践与思考

云高怀



参加内蒙古“沙产业草产业”考察团，对甘肃、宁夏两省区及自治区西部几个盟市就发展“沙产业草产业”的现状和成功做法考察后，我的认识有了很大提高：对“沙产业草产业”在西部大开发中所处的地位与作用；对“工业化、城镇化、农牧业产业化”“三化互动”过程中“沙产业草产业”所承担的生态基础性作用；对西部地区经济社会全面发展过程中“改善发展环境，特别是改善投资环境”所发挥的历史性地位作用；对认识沙漠、改造沙漠、经营沙漠、确立对沙漠的生态经济价值的重新定位，有了更深刻更具体的了解、理解、认识和肯定。

这次考察的宗旨，是抱着“学习、了解、对照、认识、改进、提高”的态度，联系工作实际找差距。考察的作用，主要是以发展“沙产业草产业”为突破口，深层次地探索，确立“西部大开发，基础设施先行，生态建设为重中之重”、“生态效益、经济效益、社会效益”三效兼顾和“生态、生产、生活”三生统一的决策思维及工作思路。通过局部和全局的结合促进生态环境的不断改善，对“沙产业草产业”作为一个“新型后续产业”，进行更为具体的不断思考、探索，从而加快乌海市持续、快速、健康发展的步伐。

一　主要收获与启发

1. 发展“沙产业草产业”的基础前提，在于因地制宜，实事求是，从实际出发

注重调节和发挥人类与自然的良性相互依赖作用，突出人类善待自然、与自然和谐相处的主题，把握人类客观有效地改造自然、自然客观有效地服务人类的客观规律。从甘肃省酒泉地区金佛寺镇上坝乡的牧草种植及形成产业龙头的酒泉大业牧草饲料加工，到乌海、巴盟、阿盟的梭梭保护，人工种植，嫁接苁蓉，牧草种植，都体现了重在“地理位置、自然气候、水利条件”的客观有效利用为前提，充分尊重客观自然规律，突出了适地、适种、实效，有效改造自然，回报自然和自然回报人类。

2. “沙产业草产业”的产业化发展，发挥龙头与基地相互作用

必须立足区域化布局，专业化生产，社会化服务，企业化管理，建立利益驱动、效益优先、沙漠增绿、企业增效、农民增收的杠杆调节机制，促进形成“生态效益、经济效益、社会效益”相统

一的整体工作局面。

自治区西部盟市及甘肃、宁夏等地区发展“沙产业草产业”的最成功经验就是通过种养业的有机结合，拉长和延伸了“种植、加工、养殖、加工”的产业链，规模经营形成规模经济，规模经济形成规模效益。西部省区沙漠戈壁面积之广，荒漠化程度之大，干旱少雨等气候之特殊，积温与温差之地区优势，具备了发展“沙产业草产业”的低成本、规模化之地理自然条件，从而形成效益优势。从乌海的亩均纯收入2000～3000元高效特色葡萄产业，到酒泉、阿拉善盟种植、加工梭梭、苁蓉、优质牧草过程中企业、农户亩均各收入 500～700 元的“沙、草产业”，加之沙漠旅游业兴起，都广泛挖掘了“不毛之地”——沙漠戈壁滩的独特地理自然潜力。事实证明，牧草、葡萄、梭梭、苁蓉、盐业生物的种养加工，旅游业的开发，都在体现沙漠增绿、企业增效、农民增收的同时发掘了沙漠、盐湖的增值点，使人类面对漫漫的沙漠、戈壁时，找到了开发与发展“沙产业草产业”的广阔前景和产业潜在的生命力。

3. “沙产业草产业”的发展，突出了“第一要务思想”，抓住了“以人为本、市场引导与高科技”三大生产要素，从而形成效益规模

高效特色农产品流通业、苁蓉加工业、盐产品生物加工业、饲草加工业，之所以能够兴起、形成并发挥龙头带动辐射作用，根本在于产品的高科技含量、企业的高素质人才和对市场的广泛调查、了解与把握，经营中体现了胸有成竹、有的放矢、不断追求和经济、社会两个文明有机协调、和谐发展的高效回报。

4. 旅游业与“沙产业草产业”协调发展，有机结合了人文、地理、自然、历史诸多因素

把历史的远古文明与发展“沙产业草产业”现代文明所创造的经济、文化、生态美景，客观地结合交融。“大漠孤烟，长河落日”的人文遗产为“沙产业草产业”发展的深度、广度开发，增添了有形与无形的生机和活力。

5. “沙产业草产业”的发展，将会使人类对沙漠的认识发生根本性转变

变沙害为沙利，沙漠作为一个宝贵财富资源，将从发展“沙产业草产业”的角度被人类发现、保护、挖掘和利用。沙漠作为宝贵财富，就发展“沙产业草产业”而言，基于三大特性：第一，就所考察的沙漠，其地理状况与自然特性直观地表现为地下水位高、相对流动程度小、外貌神秘雄奇的独特天然优势，这为开发梭梭、苁蓉种植业及沙漠旅游业创造了天然条件；第二，移动沙丘地下水位低，土质适宜旱生、节水植物，如梭梭、苁蓉的人工种植，所产生的生态、经济、社会三大效益见效快、费用低；第三，发展“沙产业草产业”，沙漠、戈壁滩的现状本身就具备了地大、面广的规模经营、规模经济的发展条件和发展价值。

二 重新认识和确立发展“沙产业草产业”在乌海市经济社会发展中的地位与作用

乌海市地处乌兰布和、库布齐、毛乌素三大沙漠交汇处，高温、干旱、少雨、风沙连年，是一座

占地1754平方公里，44万人口，由沙漠性、戈壁性、矿山性地质地貌组成的新兴工业城市。治理沙漠化，大力发展“沙产业草产业”的面积为195万亩，占总面积的74%。特殊的地类状况与气候状况，赋予了发展“沙产业草产业”在全市经济社会发展中的特殊的地位与作用。其一，全市占地面积小，生态气候恶劣，治理任务重，发展“沙产业草产业”潜力大。其二，“沙产业草产业”的发展是解决生态恶劣问题，改善发展环境特别是改善开放投资环境，绿化美化城市，提高人民生活质量，促进一、二、三产业协调发展的重大基础工程。所以，按照加快“工业化、城镇化、农牧业产业化”进程要求，市委、市政府提出了建设“生态绿洲型工业城市”的总体目标和发展“生态、高效、特色农业”的具体工作任务。从2000年开始，确定了“保护、建设、治理”的工作思路，以大力发展“沙产业草产业”为突破口，开始探索由治理沙漠转变为经营沙漠的路子，突出“利益驱动，效益优先”，以经济效益拉动生态效益，形成社会效益的工作机制，围绕“梭梭、葡萄种植，苁蓉嫁接，保护地建设、禁牧，舍饲奶牛养殖和牛羊育肥”等工作重点，完成了“保护、建设、治理”任务70万亩，形成了30万亩柠条基地、2万亩梭梭基地、1万亩葡萄基地和近3000亩保护地瓜果蔬菜基地。

参照考察中先进地区的经验和做法，乌海市今后围绕大力发展“沙产业草产业”，促进和加快“工业化、城镇化、农牧业产业化”进程的关键在于：对过去工作进行不断的反思和审视，围绕“利益驱动、开放引进、科技领先、社会经营、优势互补”的发展定位，确立、规划和落实今后发展“沙产业草产业”的工作目标与工作内容。突出因地制宜、适度规模的工作思路，扎扎实实地寻求最大效益。所以，进一步明确发展“沙产业草产业”在全市的地位与作用的必要性、重要性、紧迫性，把“沙产业草产业”进一步做大做强，必须确定“保护、建设、治理、发展、经营”同步运行的长效工作机制，持之以恒，以生态效益、经济效益、社会效益三效兼顾为目标，经济效益为龙头，利益驱动为依托，经营发展为手段，调整思路，狠抓落实。

1. 以经济效益为龙头，利益驱动为依托，突出抓好四个方面的工作

一是突出利益激励机制，将其落实到利益驱动、谁建谁有的有效调动生产力方面来；二是突出政策调动机制，免收税费，解决农牧民的后顾之忧，落实到政策连续性方面来；三是从发展需要出发，突出解放和发展生产力的有效调整机制，把“生态效益、经济效益、社会效益”互相兼顾，调整为“经济效益、生态效益、社会效益”相兼顾，确立发展经济林不受限制，以经济效益拉动，不断寻找与生态效益、社会效益的结合点；四是以经济效益为示范，形成“沙产业草产业”的规模经营、规模效益、规模效应。

2. 以扩大开放为动力，引进开发为手段，以利益驱动为依托，重在形成两个氛围

一是一视同仁，引进外地投资大户，形成竞争氛围；二是提高科技含量，引进高科技人才、技术、品种，以科技含量的提高形成效益比较优势氛围。

3. 以区城性资源组合为纽带，优势互补为空间，打破行政区域界限为课题，重在形成三个产业区、片、带

一是以柠条种植加工为纽带，形成区、片、带种植、加工、养殖产业；二是以葡萄种植为纽带，形成全区食品综合利用新兴产业；三是以梭梭、苁蓉人工与天然种植、嫁接为纽带，形成高科技产业。

4. 以封育禁牧、高效特色农业为重点,围绕服务城市、富裕农民两大目标,突出抓好两大基地建设

一是肉奶基地,重点是发展奶牛养殖、牛羊育肥及肉类加工;二是高效特色农业基地,主要抓好优质葡萄与保护地大棚瓜果、蔬菜反季节种植。

5. 以经营沙漠为理念,围绕发展"沙产业草产业",突出生态的平衡与有效利用两大要素,因地制宜地利用好、保护性地开发好沙区和戈壁滩区,体现四项工作原则

一是对现有植被区进行围封保护;二是对半流动沙区采取建设性利用;三是对流动沙区突出适地适种,确保地形地类原貌尽可能完整,大量种植梭梭等节水、耐旱高效植物;四是戈壁滩区进行大面积雨季柠条播种。

6. 以节水为前提,突出实事求是、从实际出发的原则,提高黄河及地下水资源的综合开发利用能力,掌握两个原则

一是黄河穿市而过,流经乌海105公里。乌海的"沙产业草产业"发展,经济发展环境、投资环境、生态环境的根本改善,工业化、城镇化、农牧业产业化进程的加快,都是以水为前提,甚至以水为生命。从发展战略角度考虑,提高和改善黄河水资源的综合利用能力是客观需要,否则不是实事求是。二是地下水超采,取水量为可采量200%,但从维持生计和加快发展的角度计议,短期内发展要求用水,还需合理调剂开发利用地下水,同时考虑合理开发利用地上水资源来有效补充地下水资源。

三 以打造"新型后续产业"为主题需要思考和探索的问题

目前,自治区在农牧业产业化发展方面,传统的种、养、加产业化已经取得重大成效,"沙产业草产业"作为新型后续产业的出现,尚未在一定区域内全面推开,关键是这个产业在西部大开发中的地位与作用还未引起应有的认识和重视。西部大开发的内容广泛,题目巨大,最终可归结到经济社会高效益、高质量发展和人民生活水平质量的全面提高,推进全面建设小康社会。其中的重大课题是通过西部开发,解决沙漠、戈壁这一宝贵财富作为西部"沙产业草产业"支撑资源的发现与利用,以及高科技、高效益、快速度、深层次的就地开发、增值问题。同诸多地区资源的开发利用一样,发展"沙产业草产业",同样最好不要形成简单的资源开发与异地加工升值关系。否则会变为开发西部资源,西部则可能仍然因生态现状与生态效益关系的脱节,而保持一定时期的贫穷、落后循环。因此,立足生态现状,树立信心,坚定决心,谋求长远发展,追求更高效益、更快速度的发展,根本在于生态资源的就地开发、转化、升值,拉长产业链,形成地区间生态经济实力与社会生态进步的竞争优势,才能改变自己,升值自己。打造发展"沙产业草产业"为主要目标的新型后续产业,本身就是通过发展高效生态农业,实施可持续发展战略的具体体现。既是资源转化、利用、升值的客观要求,也是资源发现与开发的新途径,更是填补区域、地区空白的迫切需要。以发展工业的思维谋划"沙产业草产业"的发展,把发展"沙产业草产业"作为"新型后续产业"提出,打造和大力发展"沙产业草产业",本身就是一个历史时

期的全新课题和重大的发现与总结。就自治区西部而言，应该把梭梭、苁蓉、柠条、葡萄等“沙产业草产业”优势产业作为填补自治区农牧业产业化空白的“新型后续产业”提上议事日程，在做大做强上加压力、下功夫，这显然是贯彻“三个代表”重要思想，集“经济、生态、社会”效益为一体，一举三得的功德事业。个人意见为，第一，打造新型后续产业，突出“统筹考虑，政府牵头，科学规划，政策引导，分类实施”的宏观指导原则很有必要；第二，形成龙头、基地相互促进的发展格局很有必要；第三，突出打造“新型后续产业”，在地域、地理类型、自然气候方面归类划区很有必要。否则难以形成经营规模、经济规模、效益规模和社会规模。基于考察过程的思考与近年来的不断探索，提出几点不成熟的意见，供大家探讨。

1. 打造“新型后续产业”，应该作为自治区西部盟市的共同课题，按地类、地貌、自然气候、土质状况及基础设施条件分类指导，突出四个重点

（1）风沙区及风沙干旱区，以发展“沙产业”为重点，形成产业化格局。重在梭梭种植、苁蓉嫁接、苁蓉加工，走高科技、高效益的保健品业、药业、酒业加工的路子。

（2）传统农作区，以发展“草产业”为重点，形成产业化格局。将传统的种养加产业化链条转变为种植、加工、养殖、加工多次增值的产业化链条。重在牧草种植、加工与牛羊育肥、加工，提高科技含量和转化提高增加效益。

（3）戈壁高原区，以发展柠条种植为重点，形成产业化格局。完善柠条资源形成的种植、加工、养殖、加工产业链，注重探索、实践柠条的雨季播种、饲料加工、建材加工，发展养殖业、奶肉加工产业和建材加工产业。

（4）独特的小气候区域，以发展高效特色产业为重点，形成流通、加工为主的产业化格局。重在做大做强葡萄及温棚瓜果蔬菜的反季节种植、运输、加工产业。

2. 打造“新型后续产业”需突出西部盟市整体规划，合理布局，打破行政区划，形成自治区西部地区的区域化布局优势，突出建立健全专业化生产、一体化经营、社会化服务、企业化管理网络格局

（1）发展沙漠区“沙产业草产业”，关键在于开发利用沙漠性气候与沙漠性土质区域的独特优势，形成发展规模。需整合阿拉善盟、鄂尔多斯市、乌海市、巴彦淖尔盟沙漠区的以梭梭、苁蓉为主的资源，形成区域化布局的共识，形成产业化。

（2）发展戈壁高原区“沙产业草产业”，需要整合呼和浩特市、鄂尔多斯市、乌海市等盟市的柠条资源，形成产业化。

（3）发展农作区“草产业”，重点在黄河灌区和传统农业区，以巴彦淖尔盟为中心发展优质牧草，辐射周边地区，形成产业化。

（4）发展以葡萄、温棚瓜果蔬菜为主的高效特色农业，需要突出整合光热小气候及土质的独特生产要素，以乌海为中心，辐射周边，形成产业化。

3. 打造“新型后续产业”，必须加大必要的基础设施建设投入

将发展“沙产业草产业”作为新型后续产业的提出，是实施国家西部大开发战略，体现“基础设施先行，生态建设是重中之重”的出发点和落脚点，是从改善生态环境方面，经济社会全面

发展方面，体现缩小东西部差距的需要，也是西部地区进入先进行列的需要，同样是全面建设小康社会的战略重点工程。西部地区尽可能发展适地、适气候、适种的“沙产业草产业”，但发展的初始阶段，要求必要的甚至是简易的基础设施来启动，如梭梭种植，第一二年要有救命水做保障，需要投入少、效益高、节水型的水利设施建设作支撑。对于这样的需求，国家应把握设身处地、合情合理两大原则。

4. 打造“新型后续产业”，就国家与地区而言，必须注重必要的资金政策倾斜

发展“沙产业草产业”，重点在西部，急需解决的突出问题是在发展中突出存在的干旱、风沙、少雨造成的必要的基础设施建设中一次性投入较大的问题。目前的“退耕还林、天然林保护、三北防护林建设”等项工程在投资政策上实行的“一刀切”，忽视了东西部地区存在的“降雨量、蒸发量不平衡，水利设施现状不平衡，工作难度不在同一起跑线”等客观因素，片面强调了工作成果一把尺子衡量。苦乐不均，会对发展“沙产业草产业”产生不利影响。所以应该提出，西部民族地区，客观倾斜资金投入政策，是用好用足民族区域自治法和党的民族地区扶持政策的具体体现。目前通过向上争取，把法律、政策落到实处的最大希望是通过对法律、政策的具体化，反映到有助于西部地区的发展上来。

5. 打造“新型后续产业”需要拓宽思路，优化投资主体，突出“生态保护建设”这个主题，围绕大力发展“沙产业草产业”这个重点，摆开战场，充分引导和发挥企业的参与作用和骨干作用

(1)拓宽“沙产业草产业”发展领域，进行系统化专题分类指导，使种植业、加工业、养殖业、旅游业、沙漠康复业、沙漠多样性开发利用等产业形成系统分类、系统学科，进行系统研究与挖掘；

(2)突出“沙产业草产业”支撑生态保护与建设的观念，以善待自然、和谐相处为前提，遵循自然规律，客观改造利用沙漠，确保沙漠不被人为破坏，按照沙漠植被的生物多样性习性规律，体现人为客观改造自然，自然客观服务人类；

(3)发展“沙产业草产业”，必须国家、地方、个人多元化投资，突出以企业增效为纽带，促进农民增收，财政壮大，沙漠增绿。重点突出企业的参与行为、企业的龙头拉动示范作用和企业强有力的科技、人才队伍力量及现代经营理念。

6. 打造“新型后续产业”，需要站在战略高度，整合社会力量，特别是民间协会、群团资源，统一目标，有分有合，侧重分工，进行行业专题研究，对几大沙漠实行屏障型、试验示范型高新技术园区建设

作者简介：

云高怀，男，蒙古族，1949年9月出生，内蒙古土默特左旗人，内蒙古工业大学化工机械系毕业，大学学历。曾任呼和浩特市托克托县教育局副局长、局长，政府副县长、县长、县委书记，任乌海市政府副市长、乌海市政协主席。2008年至今任乌海市市委巡视员兼内蒙古沙产业、草产业协会副会长，乌海市沙产业、草产业协会会长。

树立科学资源观　建设生态新文明

——学习胡锦涛总书记关于鄂尔多斯的两次重要谈话的感想

奇朝鲁



2007年11月17日，胡锦涛总书记视察鄂尔多斯市时的重要谈话和2008年1月19日看望著名科学家钱学森时的重要谈话，都特别强调了生态文明建设、沙草产业理论和科学发展观问题。胡锦涛总书记视察了鄂尔多斯市伊金霍洛旗实施退耕还林、退牧还草、舍饲精养的情况后说，这样做，“对于恢复生态、改善民生有着重要作用，符合科学发展观的要求”，“既保护了生态，又发展了生产，增加了收入，走上了致富道路，为广大农牧民建设社会主义新牧区带了好头”。并谆谆教导各级干部“要进一步改善政策，巩固成果，坚持不懈地把这件利国利民的事情做好”。仅过两个月，总书记看望钱学森时又一次谈到鄂尔多斯市，并说：“看到那里沙产业发展得很好，沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有了明显提高。钱老，您的设想正在变成现实”。（2007年11月19日和2008年1月20日《人民日报》头版）

重温胡锦涛总书记的这两次重要谈话给我们的深刻启示是，钱学森的沙草产业理论和科学发展观，在理论和实践上都有着内在联系，都蕴含了发展生态经济，建设生态文明的思想，是推进西部大开发战略深入实施，西部地区实现科学发展中必须予以十分重视和认真解决的一个重要问题。钱老的沙草产业理论是在科学总结人类文明发展实践基础上产生的。其基本内涵是唯物辩证的资源观、人与自然和谐相处的生态观、经济社会生态“三效”统一的发展观。蕴含这“三观”的沙草产业理论，完全符合胡锦涛总书记在党的十七大报告中全面深刻论述的科学发展观的要义、核心、基本要求和根本方法。我们重温胡锦涛总书记两次重要谈话，就要进一步领会沙草产业理论所蕴含的资源观、生态观和发展观，践行以人为本的科学发展观，大力发展沙草产业，发展生态经济，建设生态文明。

一　唯物辩证的资源观

从20世纪60年代起，人民科学家钱学森在中国西部沙漠戈壁中为“两弹一星”操劳奔波时，就思考着未来中国人口与资源、环境之间的矛盾怎么解决的问题，特别是中国西部地区人民群众的脱贫致富问题。在传统资源观看来，“适宜人居”的地方越来越拥挤，人均耕地越来越少，不可再生资源越来越少，广袤的沙漠戈壁有百害而无一利。然而，在科学家“先天下之忧而

忧”的襟怀和睿智的头脑中，占国土资源很大比重的沙漠戈壁不再是“不毛之地”，而是可创造巨大财富的宝贵的国土资源。他在 1984 年 6 月一篇谈《草原、草业和新技术革命》的文章中就指出，内蒙古自治区“还有一个土地资源——沙漠、戈壁。如何开发利用这项资源？那是又一件大事了”。除广袤的土地资源外，那里还有丰富的太阳能、风能和珍贵多样的生物资源和水资源没有被充分开发利用。如果我们在那里发展“高度知识和技术密集的大农业”，形成“农工商综合生产体系”，就可以“创造上千亿元产值”。就是这种唯物辩证的思维导出一个全新的资源观，产生了一个科学的理论——沙草产业理论。沙草产业是建立在沙漠或沙漠化土地上的科学技术密集型的大农业产业。其中包括了草产业、林产业。不仅有种植业，也有养殖业及其产品的加工业。沙草产业理论蕴含的是变“不毛之地为沃土”的资源观，是在这样一个唯物辩证的资源观基础上产生的发展生态经济的科学理论。

就以鄂尔多斯市为例。这里土地总面积 86752 平方公里，其中库布齐沙漠和毛乌素沙地占 48%、丘陵沟壑占 48%、黄河冲积平原占 4%。截止 2009 年底，户籍人口 149.48 万，常住人口 162.54 万。2009 年，全市人口密度由 1978 年每平方公里 11.5 人增加到 18.74 人，且准、达、杭沿河密度更大。多少年来这里的贫穷、落后、封闭都归咎于沙漠和沙漠化。然而，用钱学森的资源观看或让鄂尔多斯人这么多年的实践来说，又是另一番景象了。这里春夏秋冬四季分明，大部分地区无霜期在 150 天以上，年降水量 192～400 毫米，年蒸发量2000～3000毫米。库布齐沙漠、毛乌素沙地和东部丘陵沟壑是这里独特的地理景观。沙区地下水资源比较丰富，一般强度降水易被吸收输入地下成为潜水，地下潜水位一般在 1～3 米，局部地区有埋深 100～500 米承压自流水，为打井汲水，节水灌溉提供了条件。这里的太阳能资源丰富，年平均太阳可照时数为4430小时，年均实照时数为3008.9小时，年均太阳总辐射量为 141.78 千卡/平方厘米。这里年均风速在 3.0～4.3 米/秒之间，年均风速≥3.0 米/秒日数在 105～220 天之间，风能资源较为丰富，具备发展风光互补新能源的优势。这里动植物资源种类多，耐干旱、抗风沙、生存能力强且有很高实用价值和加工增值的经济价值。一方水土养一方人。祖祖辈辈在这里繁衍生息的鄂尔多斯人民，经历了世事更迭，尝遍了生态演变的酸甜苦辣，增长了与自然相适应的生存智慧，积累了正反两方面的经验教训，创造了多姿多彩的生态文化。改革开放之初，鄂尔多斯就提出“三开一治一转换”的发展战略，鄂尔多斯人的资源观发生了深刻变化。既重物质文化资源又重精神文化资源，既注重开发利用矿产资源又重视国土资源整治，发展沙产业、草产业、林产业，逐步学会在开发利用不可再生矿产资源过程中注意保护自己赖以生存、生产、生活和可循环利用的生态环境和资源，逐步走上了发展生态经济，建设生态文明，构建“两型”(资源节约、环境友好)社会的科学发展之路。从 20 世纪 80 年代起，鄂尔多斯市各级领导始终把生态建设作为最大且最重要的基本建设，列入国民经济和社会发展的规划或计划中加以实施。当年的鄂托克旗旗委、政府就提出“立草为业兴畜牧，加工增值共致富”的发展思路，乌审旗大力发展了“水、草、林、料、机”五配套的草库伦建设。随着解放思想更新观念的深入，沙漠沙地荒沙荒漠成了农牧民、企业家以及干部职工竞相争取寻求发展的宝贵资源，形成了“鄂尔多斯生态现象”。进入 21 世纪以来，市委政府提出“建设绿色大市、畜牧业强市”目标，出台“立草为业、舍饲精养、为养而种、以种促养”、“禁牧、休牧、划区轮牧”等生态保护与建设的基本政策。各级干部群众树立科学辩证的资源观，开始大力发展沙产业、草产业、林产业的开拓性实践的同时，提出发展循环经济，为从根本上保护和恢复生态环境探索新的途径，为十分珍惜和永续开发利用每一寸国土资源和每一种矿产资源进行着积极而不懈的努力。

二 人与自然和谐相处的生态观

人们常说的生态，原本指生物（主要是人类）在自然界的生存状态。生态观是指人类对生态现象及其规律性的自觉思维、认知和开发利用的观念。生态观又是人的世界观、价值观和方法论的表现。钱老在回顾人类文明发展史所经历的科学革命和技术革命基础上，阐述了对五次产业革命的新见解，并提出了由于生物科学技术的发展而必然出现的第六次产业革命的论断和“以不追求从根本上改变沙漠戈壁的自然地理特征，而运用高新技术提高天然生态系统生产力的”沙草产业理论。请注意，这个理论的关键点在于：一是不妄图用人力去改变“自然地理特征”，二是用高新技术提高“自然生态系统的生产力”。这是一个变被动防沙治沙为主动管沙用沙，变“征服自然”为“善待自然”的生态观；是一个发展沙产业、草产业、林产业，达到“恢复生态、发展生产、改善生活”即“三生”统一的生态观；是一个人与自然和谐相处的生态观。生态系统概念，是相对于人类而言的。古人云：天地间，莫贵于人。人类是生态系统的主体。生态环境恶化，是当今世界性难题。人们研究生态环境恶化的根源，是试图找到从根本上遏制恶化趋势，求得生态平衡的方法。钱老的生态观正是这种求得人与自然生态平衡的生态观。从人与自然的关系来看人类文明发展史，生态恶化是由于人类的生态观出了问题，也就是人类违背自然规律，无节制地掠夺性索取造成了生态失衡。我认为世界性生态环境恶化，从 18 世纪末 20 世纪初出现在西方的产业革命以来，与主要以煤和石油为动力源有很大关系。这种工业文明在创造巨大财富、推动人类进步的同时，也衍生了环境污染等弊病。所以当今世界的发展进入从工业文明向生态文明迈进的阶段。我国至今仍以煤和石油为一次能源，其对生态环境的影响业已引起各方面的高度关注。进入 21 世纪初，特别是党的十六大以来，鄂尔多斯人学习领会科学发展观，推行“节能减排”，发展循环经济，遏制严重污染趋势的同时，大力发展沙产业、草产业、林产业，所取得的“沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有明显提高”的实践成果，初步验证了人与自然和谐相处的生态观的科学性，表明了树立科学生态观的紧迫性和必要性。

三 经济、生态、社会“三效”统一的发展观

钱老以一个伟大的自然科学家眼光，观察研究人类文明发展史，创立了第六次产业革命学说。所谓产业革命，他认为就是科学革命、技术革命直接作用到生产，引起生产关系、生产结构的变化。这种变化经过量变到质变的飞跃，便有了产业革命。其中既有生产结构的变革也有生产关系的变革，有推动生产力发展的内涵。人类经历了从狩猎到农牧业生产的农业文明、商业文明、始于蒸汽机发明的工业文明直到 19 世纪末 20 世纪初出现在西方发达国家的第四次产业革命。20 世纪 80 年代初钱老预见人类正面临着以微电子、通讯和计算机技术为核心的第五次产业革命，即现在人们所熟悉的“信息革命”。与此同时他又预测 21 世纪的世界向“后现代社会”转型，将会出现以生物技术为核心的第六次产业革命。在这里之所以要重复引述钱老关于产业革命的论断，我理解，这里说的产业革命和我们常说的产业结构调整不同，它涉及到生产结构和生产关系的双重变革，也是我们现在所说的经济发展方式的转变。所以，产业革命的学说是关于发展的理论，是关于人类社会经济、政治、生态、文化及其相互之间联动发展的

科学思想。钱老说的沙草产业是一种“历史上从未有过的大农业，即农工贸一体化的生产基地”，是以生物科学技术为核心的第六次产业革命的重要组成部分。它不是单一的生产过程或技术问题，而是有一系列生产再生产过程的产业链，是人类运用高新技术如光电技术、信息技术、生物技术等，在沙漠化土地上“多采光、少用水”的大农业生产。其中包括系列化的产业链，如生产出植物成为草业，经过养殖业，再加工增值，提高产品产量和质量，进入市场流通消费等经济发展过程。整个过程中有高新科学技术含量，既增加社会财富，又增加劳动者收入，提高劳动者消费水平，是一个消耗资源少、无污染、无废物排放、可循环利用资源的良性循环的经济发展过程，也就是生态经济。正因为沙产业理论体现了这种“三效”统一的发展观，所以，人们又把它称为生态经济理论。这已成为当今世界向生态文明迈进的主流意识。生物科学技术对于农业、工业、医药卫生、食品营养等人类生活的许多方面正在产生着深刻而深远的影响。鄂尔多斯市最早尝试发展沙产业的伊泰、东达、亿利集团等企业在大力发展沙生植物种植业、加工业的基础上，正在向发展生物制药、发展生态经济、循环经济方向迈进。可以说，钱老的“三效”统一的发展观正在变成这里的探索性实践，成为“鄂尔多斯模式”的亮点之一，是践行科学发展观的题中之义，务必持之以恒。

四　转型转变的科学内涵

学习胡锦涛总书记两次重要谈话，既加深了我们对钱老沙草产业理论的理解，又深化了我们对科学发展观的认识。总书记两次重要谈话中的发展生态经济、建设生态文明等思想，高度概括地点明了沙草产业理论的基本内涵，不仅运用科学发展观给我们解释了什么是沙草产业和怎样发展沙草产业的问题，更重要的是引导我们去深入思考发展什么和怎样发展的问题，也就是把握转型转变的科学内涵。我的粗浅理解是，钱老的资源观、生态观、发展观就是人民科学家的科学发展观。我们学习钱老的沙草产业理论，就要领会钱老的资源观、生态观和发展观。因为这完全符合胡锦涛总书记对科学发展观的论述，它会帮助我们更好地理解和落实科学发展观。总书记肯定鄂尔多斯市的做法是“为广大农牧民建设社会主义新牧区带了好头”。这就把发展沙草产业的理论和实践意义提到了新的高度。这是对鄂尔多斯各族人民极大的鼓励，特别是对各级领导干部提出“要进一步改善政策，巩固成果，坚持不懈地把这件利国利民的事情做好”的要求。这使我们联想到，鄂尔多斯市的经济发展到今天这样的水平，得益于改革开放、西部大开发和党的民族区域自治政策等大好环境，也是鄂尔多斯人坚持解放思想更新观念的表现。鄂尔多斯经济社会发展以往主要是国家对能源需求和投资拉动了工业经济加速发展，在经济结构上，至今仍然主要靠煤炭工业、冶金工业、电力工业、化学工业等重工业的拉动。从20世纪90年代起，工业占国民生产总值一半以上，直到2009年，以上四大产业实现增加值仍占到工业增加值的90%以上。在改革开放之初十多年的发展过程中，工业污染带来的负作用和为此付出的代价也给人们留下了难以忘却的记忆。鄂尔多斯西部与乌海、南部与榆林交界地带是煤焦化工发展的重点地区，也成了大气环境污染重灾区。由于煤焦烟气影响气候恶性循环，造成连续10年大旱，风沙肆虐，沙漠化加剧在所难免。当然，局部地区沙漠化的另一原因是开荒破坏了原生态植被，其次就是超载过牧了。世界性的气候变异，对鄂尔多斯这样原本生态脆弱的地区的影响也是不可忽视的。到了21世纪初，特别是党的十六大以来，科学发展观逐步深入人心，加大环境保护治理力度，淘汰落后产能，做大煤炭等四大产业的同时加大

对大气污染的遏制，天蓝水清地绿了，生态环境得到了一定恢复。加之农村牧区经济建设的各项政策得以落实，发展沙产业、草产业、林产业有了新的起色。然而，鄂尔多斯的经济结构、产业结构转型和发展方式转变都面临着新的挑战和机遇。我们还记得，2002 年 12 月 18 日，钱老在给杨利民、夏日同志的信中指出："内蒙古的优势产业是什么？我认为就是沙产业和草产业，这是内蒙古新的经济增长点。只要内蒙古的同志紧紧抓住了这两大产业，真正建设成知识密集型的沙产业和草产业，内蒙古的社会主义现代化建设就会迈上一个新的台阶，内蒙古的生态环境也会得到改善。"五年后，胡锦涛总书记视察鄂尔多斯市"看到了那里的沙产业发展得很好"，并且说这是"为广大农牧民建设社会主义新牧区带了好头"，指示各级领导干部"要进一步改善政策，巩固成果，坚持不懈地把这件利国利民的事情做好"。站在新的历史起点上的鄂尔多斯人民特别是各级领导干部，一定要对照人民科学家的科学提示和党的总书记的殷切期望去匡正我们的发展思路，突出发展生态经济的战略地位，明确建设生态文明的战略目标，强化转变发展方式的战略意识，落实转型发展的战略举措，构筑我们的"十二五"发展蓝图。在鄂尔多斯经济发展中，从思路和实践上都要把发展沙产业、草产业、林产业作为"优势产业"、"新的增长点"去谋划，去真抓实干；要按照总书记的要求和期望，切实把发展沙产业"这件利国利民的事情"作为建设社会主义新牧区的"带头"项目去落实；要准确把握钱老沙草产业理论的真谛是唯物辨证法，是人与自然和谐相处，是经济社会生态三效统一，这才是鄂尔多斯结构转型、集约发展的大事，是关系到鄂尔多斯经济又好又快发展以及社会和谐进步的大事，是检验深入贯彻落实科学发展观的重要实践尺度。相信鄂尔多斯人民尤其是各级领导干部，在结构转型、创新强市、统筹城乡、集约发展中，一定会本着"实践—认识—再实践—再认识"的原则，不断加深对钱老沙草产业理论的理解并自觉实践；一定不辜负总书记的殷切期望，把鄂尔多斯的经济社会发展得更好；一定会更加深入更加自觉地贯彻落实科学发展观，发展生态经济，建设生态文明，为建设民富市强、文明和谐的现代化鄂尔多斯而努力。

参考文献：

夏日．沙产业、草产业、林产业理论实践丛书〈理论研究〉篇．呼和浩特：内蒙古人民出版社，2006．

作者简介：

奇朝鲁，男，蒙古族，1942 年 12 月出生，内蒙古鄂尔多斯市达拉特旗人，内蒙古师范学院物理系毕业，曾从事教学教育工作。现兼任内蒙古沙产业、草产业协会副会长、中国蒙古学学会常务理事、西部大开发全国理事会副理事长、北方经济理事会副理事长。曾被评为"全国离退休干部先进个人"，入选《中国优秀领导人才大典》，论文入编《中国优秀领导管理艺术宝典》。

利用湖沼和环湖沙漠系统发展盐湖生态农业

白福易



中国工程院院士郑绵平，从盐湖生态系统和开发远景分析出发，提出了“盐湖农业”的见解。认为盐湖及其生态环境可持续发展是一种新型的农业，盐湖既是无机盐生产基地，又是一种盐水域可开发养殖业，还可以与盐水域周缘耐盐碱抗干旱生物群构成农牧业、林业及沙产业组成研究开发新领域，是生态环境的重要组成部分。

人民科学家钱学森曾在1994年肯定了郑院士的提法，明确指出：“盐湖农业不同于一般意义的农业，是利用盐湖生态环境及日光，通过生物生产商品，是农、工、贸与现代科技有机结合的知识密集型产业”，“盐湖农业是21世纪的产业”。“至于说盐藻，用盐藻生产胡萝卜素，这个在盐湖地区是大有希望的”，“微藻生产就是扩大的食品原料，那么我们沙漠的贡献就大了，沙漠里还有什么好东西可拿出来，提出来，这就要开拓思路，找出新路子”。

内蒙古盐行业尝试发展盐湖农业，多年来进行了艰苦的努力和不懈的探索，尤其是产学研结合，利用湖沼和环湖沙漠系统，发展高科技实现产业化，迈出了坚实的步伐，取得创新性成果。

一　盐湖微藻

从杜氏盐藻中提取的天然胡萝卜素系列产品，是防癌、抗癌、增强人体免疫力，促进人体内分泌良性循环的全天然高科技产品，在医药、食品行业中具有广泛的应用前景及市场。

盐生杜氏藻的藻粉是天然胡萝卜素产品的主要品种之一，其营养丰富均衡，极易被人体吸收。天然胡萝卜素水分散性干粉除含有β-胡萝卜素外，还有α-胡萝卜素和γ-胡萝卜素等对人体有益的营养素，解决了胡萝卜素难溶于水的问题，能广泛应用于食品、饮料、营养保健品等行业。

螺旋藻粉富含蛋白质及人体必需的氨基酸和多种维生素，是目前人类发现的蛋白质含量多、质量高的理想食物，被联合国粮农组织推荐为“21世纪最理想的食品”，并将其列入21世纪人类食品资源开发计划。

盐湖微藻产品的开发是内蒙古盐业从传统盐业向高新科技生物制品发展的重大举措。本

地拥有丰富的培育藻类所需的盐卤资源，适于藻类生长的自然条件，并通过与国内外科研院所、大专院校合作进行了多年的实验及生产实践，掌握了先进的生产技术，积累了丰富的生产及管理经验，近年又消化吸收了以色列 NBT 公司先进的盐藻养殖和盐藻粉加工生产技术，成为国内大规模培育盐藻并从盐藻中提取天然胡萝卜素，生产系列保健品、药品的地区。目前产品有胡萝卜素油溶液、晶体、口服液、胶丸、水分散性干粉、盐藻粉片剂、胶囊等。

我国螺旋藻的研究起步较晚，但近年来发展较快，云南、海南、武汉、深圳等地的螺旋藻生产和研究均已取得了进展。1999 年内蒙古农大科研人员在毛乌素沙地伊盟乌审旗图克木湖泊首次发现天然螺旋藻，经南京大学生物系藻类权威曾昭琪教授鉴定为钝顶螺旋藻。在吉兰泰盐湖上现已建成大批量养殖加工螺旋藻的工厂。

内蒙古吉兰泰盐化集团的盐藻和螺旋藻粉生产工艺流程类同，如图 1 所示。

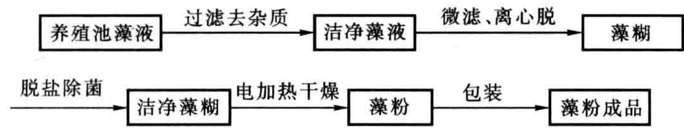


图 1　盐藻螺旋藻粉生产工艺流程

天然胡萝卜素水分散性干粉的生产工艺如图 2。

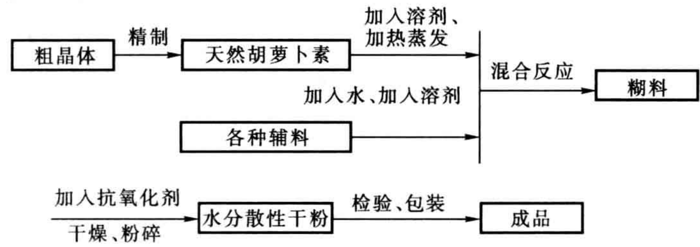


图 2　天然胡萝卜素水分散性干粉生产工艺

二　卤虫

内蒙古盐湖数量多、面积小，1 km^2 以上的盐湖 378 处，是世界著名的盐湖密集区。通过对锡林郭勒-乌兰察布高原和鄂尔多斯高原两个盐湖区的 33 处盐湖的调查，发现有卤虫分布的盐湖 27 处。据自治区盐业公司提供资料，另有 12 处盐湖也有卤虫分布。近年，在阿拉善盟境内的沙漠中，又发现有卤虫生长的大小湖泊 50 多处，据此推测内蒙古自治区境内具有卤虫分布的盐湖 100 处以上，可称为盐湖卤虫分布的密集区。

内蒙古盐湖卤虫的另一个特点，除人工移植于黄旗海的卤虫为孤雌生殖类型外，本土卤虫皆为两性生殖类型。两性生殖类型的染色体均为二倍体，$2n=42$。内蒙古卤虫还具有卵径小的特点，除盐海子卤虫干燥卵径为 236.9±11.7 μm 外，其他品系干燥卵径均不超过 217 μm，克卵量在 23 万粒以上，卵径小、孵化率高，为卤虫卵中的佳品，最适于作为养殖鱼、虾之开口饵料。

然而由于盐湖面积小、水浅、湖周多是沙漠，湖水时丰时枯，甚至干涸，直接波及到卤虫资源的丰欠，给开发利用带来难度，产量不稳定。可是将上百处盐湖卤虫资源充分利用起来，按

每年有50%盐湖的卤虫能有收获，每处盐湖平均产1吨卤虫卵算，年产量即可达50吨。

另外锡林郭勒盟的正蓝旗、正镶白旗一带是现代小型盐硝密集区。水深一般在1 m以上，盐度在50‰～90‰之间，卤虫资源丰富，但是卤虫卵资源量较少。沿海地区对虾养殖户到桑根达莱淖尔和达格淖尔两盐湖收运鲜活卤虫成体，年捕运量约500吨左右。像这种类型的盐湖约有10多处，若能充分发挥其巨大潜力，卤虫成虫年产量可增加到1000～1500吨。

生产碱和芒硝的盐湖，可利用日晒池和制卤池，发展卤虫的人工养殖业，做到稳产稳收。

卤虫资源中的虫卵与虫体要同时开发利用。卤虫虫体也是一种非常好的动物蛋白，在某些营养成份上甚至高于无节幼体。国外饲料商已将卤虫虫体经过特殊的加工工艺制成卤虫虾片，其营养成份：蛋白质59%，脂肪9%，碳水化合物10%（美国海星国际有限公司产品）。使用尤为方便，根据饲养对象所需饵料颗粒大小，将卤虫虾片置于不同孔目的筛绢袋中，在饲养水体中搓洗。细颗粒状逸出后，即被饲养的不同规格幼体索食，养殖效果极佳。另外运输、使用更为方便。内蒙古盐湖卤虫由于为卵生与卵胎生的混合类型，虫体的资源量丰富，卤虫养殖加工企业应进行卤虫成体的深加工，注重新产品的研究试验，尽快制成保健食品诸如营养盐卤虾片、浓缩蛋白、鲜汁营养调味剂、复合氨基酸、卤虫干酪素等，还可制成高档有机肥料，开辟更加广阔的新市场。

2001年8月，内蒙古自治区实施《中华人民共和国渔业法》办法颁布，规定卤虫为限制捕捞的水生动物。政府保护卤虫、卤虫卵及其赖以繁殖生长的水域环境，并确定卤虫的禁渔期和禁渔区。捕捞卤虫要持证，并交纳资源增殖保护费。

盟市、旗县渔政管理部门有的已建立了盐湖卤虫生产的管理与收购机构，对盐湖卤虫加强了管理。在阿拉善盟，由吉兰泰盐化集团与中国地质科学院合作，兴建了卤虫养殖加工企业——京泰生物高科技有限责任公司，走龙头企业加牧户集约式发展卤虫产业化的路子。

三　沙漠治理资源化

内蒙古西部的盐湖，周边地带多以沙漠戈壁环绕，有些已大部或部分变成沙下湖。著名的腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠、乌兰布和沙漠、库布齐沙漠、毛乌素沙漠等每时每刻都在无情地吞噬着宝贵的盐湖矿产资源，威胁盐湖矿区居民的生活和生存，造成沙进人退的“生态难民”。

盐湖沙漠治理资源化，就是探索采用高新技术，治理和开发利用沙漠，化害为利，变废为宝，使沙漠戈壁变成沃野良田和提供多种建筑材料，并能持续发展形成沙产业。

1. 沙生植物

在盐湖外围沙漠区盐碱程度较轻的地段，以沙生植物开发为主，以梭梭、速生杨等为主要造林树种形成田网式防护林带，以轮作方式获取木材和药材等收益。

主要措施：以速生杨形成田网式防护林带，外围依次为新疆杨、刺槐和沙枣防护林带。田网防护林带密度为株行距1m×2m×4行。外围防护林带密度为2m×3m，宽80m，再外围为大面积梭梭林等，种植在地势平缓的覆沙地及戈壁流沙上。水源为第四系承压水，采用喷灌抚育或水渠浇灌。

速生杨是一种新型杨树品种，适应性广、成活率高。生长速度快是其最大特征，一般是普通杨树的数倍，一年高生长达4m，胸径可达3cm，生产周期为6年。在盐湖保护区防风林带内

建设速生杨用材林带，能缓解本地区木材的奇缺。在规模较大的情况下可为纸厂提供造纸木浆，也可利用其生长速度快的特点作盐湖防护林的先锋树种。

内蒙古药用植物资源极为丰富，很多中药、蒙药药用植物都在本地有天然分布，其中部分草种已被成功地用于人工栽培，取得了一定的经济效益。盐湖区野生分布的药材有：甘草、黄芪、麻黄、沙棘、苦豆、肉苁蓉、锁阳、罗布麻、小花棘豆、打碗花、车前、苦苣菜、马兰、紫花苜蓿等，其中肉苁蓉、锁阳、麻黄、甘草等已是驰名世界的重要药材。肉苁蓉（又名大芸）是一种多年寄生于梭梭根部的植物，有补精血、益肾壮阳，强筋健骨，润肠通便，治五痨七伤之功能，具有较高的医用价值，俗称“沙漠人参”。

由于市场对肉苁蓉需求增大，人为采挖苁蓉一时成风，天然梭梭林受到了极大破坏，肉苁蓉产量也大幅下滑，生态环境遭到前所未有的重创。为了改变这一境况，人工种植苁蓉势在必行。20 世纪 80 年代阿拉善盟人工种植苁蓉成功，但未大范围推广。近来雅布赖盐化公司也试种成功，给盐湖防沙林带大面积种植苁蓉做了有益的尝试。现东南亚市场每吨肉苁蓉售价 6 万港币，中药材的种植对盐湖防护林建设走经济型路子增加了新活力。

2. 沙漠造地和黄沙建材

根据地球表面物质的地质大循环和生物小循环的对立统一原则，沙漠中的沙粒在变动的物理、生化学条件下，各无机和有机物质间发生相互作用，由固、液、气三项物质共同组成土壤结构。利用有机活化剂生物酶对沙子中的 Si，Al，Fe，Mg 等物质进行螯合反应，可以大规模造地。利用硅酸盐、化石粉、镁粉、氯化钠等凝结物质对沙子进行凝结反应，能够将沙子转变成多种高强建筑材料。

(1)技术性能：有机活化剂通过生物酶的整合作用，以及多种活性功能团的相互作用，促进了沙丘的团聚化，使其改变了自身的组成和性质，有效地控制了团粒结构组成和物理性状，增进了缓冲性能，增加了离子交换量。这样就达到了土壤的物理结构，完成了适应各种作物生长的造地工程。

硅酸盐、化石粉、镁粉、氯化钠与沙质中的硅、铝、铁、镁等物质能发生亲核反应，形成离子互换和替代，它的可矿化部分在激活矿化和促进硅酸盐的分解过程中具有较强的转化能力，形成的建材性能较水泥制品要好。

(2)反应原理：有机活化剂内含多种原素和介质，通过生物酶的螯合作用，可溶解玄武岩、花岗岩、石英岩的 Si，Al，Fe，Mg 等成分，在溶解过程中能产生一系列的中间产物，这些中间产物又能在溶解的沙团晶体内部进行互换和替代。

沙子的主要成份是二氧化硅，属原生矿物质和由原生矿物质转化形成的次生矿物质，构成了沙粒的骨架，里面的腐殖质、微生物以及各种有机化合物构成了配系肌体，形成了一个四面体硅质单元。由一层硅质片和一层水铝质片组成一单位晶层，称为1∶1晶体。在自然反应过程中，硅质单元中的 Si^{4+} 常被 Al^{3+} 替代，水铝质中的 Al^{3+} 又常被 Mg^{2+}，Fe^{3+} 替代，形成了一个同晶替代过程。替代后晶体内保持了电中性，又具备了吸附阳离子性能，同时沙子里的腐殖质具补了天然的螯合作用。

这样在利用同晶替代和量子互换的配系下，在地质大循环和生物小循环的对立统一作用下，在有机螯合体作用基团（主要有：羟基—OH、羧基—COOH、氨基—NH_2、羰基—CO 等）的共同作用下，已构成了能够形成多种理想实用物质并对大规模天然岩造地，有巨大的社会效益

和经济效益。

作者简介：

白福易，男，1947年12月生，内蒙古临河人，高级工程师。曾任内蒙古吉兰泰盐化集团公司副董事长、副总裁，兼任阿拉善盟政协副主席、内蒙古自治区政协委员、阿拉善盟科协副主席、内蒙古自治区盐学会理事、《海湖盐与化工》杂志编委、中国发明协会会员。主要研究盐湖资源合理开采、综合利用可持续发展。主要著作有《湖盐生产工艺与设备》、《制盐工业手册》、《轻工业技术装备手册》、《湖盐工艺》、《吉兰泰盐湖资源环境与可持续发展研究》等；起草国家标准《盐行业工人技术等级标准》和《湖盐工业劳动安全技术规程》等；曾参与"吉兰泰盐湖水盐动态监测网建设"、"干旱盐湖区地面火箭人工增雨"、"盐藻养殖提取胡萝卜素"、"胡萝卜素新药开发"等科研技术项目，获国家、自治区、厅、盟级奖项20多项。在部级以上报刊发表论文60多篇，30篇获不同级别优秀论文奖，其中5篇被美国期刊引用。

林草沙三业结合 防治用三效兼顾

——按钱学森教导建设绿色鄂尔多斯

赵永亮



曾几何时，土地沙漠化一度演变成制约全球经济协调发展的重大问题，这已成为不争的事实。20世纪八九十年代，沙漠化已经对我国、我区、特别是我的出生地鄂尔多斯地区的经济发展、社会进步造成极大的影响，对农牧民的生产、生活乃至生存构成严重威胁，成为当地农牧民脱贫致富达小康的巨大障碍。造成这一后果的主要因素来自两个方面，一是自然原因，二是人为因素。追溯到20世纪五六十年代，由于人口的急剧增长和生产力的极度低下，为了解决吃饭问题，人们急功近利地向土地攫取，采取杀鸡取卵的方式掠夺土地，人为地乱砍滥垦，开垦一块荒芜一片，将原本良好的生态环境破坏成不毛之地，形成人沙对峙的恶性循环局面。

我曾和熟悉当地情况的学者、专家用顺口溜总结为:50年代风吹草低见牛羊，60年代乱垦滥伐滥开荒，70年代沙进人退无躲藏，80年代人沙对峙不相让，90年代沙退人退变模样。有一个时期，当地农牧民深受沙害，工农业生产和民众生活受到严重影响，沙害严重困扰着农牧民增收和地方经济发展。生活在沙漠地区的农牧民长期在贫困线上徘徊，艰难度日，这是有目共睹、人所共知的事实。面对沙漠化的严峻形势，国家做出了“退耕还林、退牧还草”、实施西部大开发的重大战略决策，随后提出全面落实科学发展观、构建人与自然和谐相处的环境，解决民众最关心、最直接、最现实的问题。内蒙古提出“大力发展沙产业和草产业”，中国光彩事业促进会提出“绿色国土事业”，这些都是一脉相承的。将林、草、沙产业化，关系后辈子孙的生存、国家整体经济的发展，是建设生态文明、人与自然和谐、优化环境的明智之举。

一　探索规律、治用结合

多年的实践使我认识到:西部大开发生态建设是重点，沙漠治理是难点。如何发展生态产业，由谁来牵头发展，如何形成一种长效的发展机制，是值得各级政府和全社会深入研究的问题。过去一些地方治理沙漠、植树造林，许多农牧民实际是在被迫种树，因为没有形成有效的利益共同体，没有真正形成谁栽种、谁管理、谁受益、谁所有的机制，管护脱节问题尤为明显，农牧民固守“要我种”的被动心理。由于没有直接的利益驱动，缺乏责任心，人们种树绿化只是为了应付了事，投入产出不成正比。另外，还有一种常识性的弊病，某些地区没有做到“适地适

树、以水定树”，一些树种根本不适宜在本地生长，只是盲目跟风种植。鄂尔多斯地区年降雨量平均只有 300 mm 左右，阔叶乔木成活率极低，常常是“一年绿、二年黄、三年就去见阎王”，种植阔叶乔木事倍功半，甚或劳民伤财。

经过认真思考，反复调研，我们东达蒙古王集团以发展地方经济为己任，为农牧民脱贫致富找出路。我们认真研究生态特征，因地制宜搞项目，经过反复实践，利用沙柳造纸项目的成功，在沙漠绿化过程中形成产业，使生态、经济、社会三方面都收到了显著的成效，受到了国家有关部委及地方各级党委、政府的高度重视和百姓的普遍认同，得到著名科学家钱学森院士的充分肯定。当我和沙草产业专家郝诚之联名给钱老写信汇报后，没想到十天后钱老便回了信。他在回信中写到：“赵永亮、郝诚之同志：您二位 2011 年 5 月 20 日给我的信和关于内蒙古东达蒙古王集团在库布齐沙漠实施沙柳综合利用产业化工程的材料我都看到了，非常感谢！看了您们的材料，我认为内蒙古东达蒙古王集团是在从事一项伟大的事业——将林、草、沙三业结合起来，开创我国西部沙区 21 世纪的大农业！而且实现了农工贸一体化的产业链，达到沙漠增绿，农牧民增收，企业增效的良性循环。我向您们表示祝贺，并预祝您们今后取得更大成就！”钱老的回信对我们的事业给予了充分的肯定，是对我们今后工作的极大的鼓励和鞭策，使我们真正理解了由“造林有理”转变为“造林有利”的含义所在。

二　遵循规律、因地制宜

我们经过研究后得出了这样的结论：沙柳是生长在当地沙区特有的灌木树种，抗风沙、耐干旱、生命力强，是当地名副其实的“防风固沙的先锋植物”。其生长规律是每隔 3～4 年需平茬一次，否则就会逐渐枯萎。平茬复壮是科学有效的培育方式，平茬后的沙柳萌蘖新条，单株生长范围会比平茬前扩大近 8 倍。过去，农牧民只把沙柳条作为生火做饭的薪柴及简单的生活用料，几乎不产生经济效益，因而没有种植沙柳的积极性，导致沙柳自然枯死成为普遍状况。

由于采取新的工艺，沙柳成为优质的高级箱板纸原料。沙柳 80％的主杆部分可造纸，15％的细枝、柳叶可加工成牛、羊、兔的饲料，“过腹增值”，物尽其用。东达造纸厂通过技改扩建，把原来以麦秸为原料改为以沙柳为原料制浆造纸，沙柳由“次小薪柴”变为上等的工业造纸原料。有计划地砍伐沙柳，科学地利用沙柳资源，而不是采取“老和尚剃眉毛——一扫清光”的做法，实现了以工促农、工农互补的良性循环发展模式。企业和种植户之间形成了一种合作互利的格局，使沙柳就地转化利用，降低了生产成本。“订单林业”增加了农牧民新的固定收入，大大提高了种植沙柳的积极性，由过去的“要我种”变为“我要种”，沙柳种植面积逐年增加。

2001 年，东达集团提出“生态建设不以绿色划句号”的创新理念，实行产、学、研相结合，建设“两所一基地”，即“库布齐沙漠研究所”、“高产绒山羊育种研究所”和“生态建设研究基地”，将科技知识转化为生产力，实现了“三高一低”，即高新技术、高附加值、高产出、低成本的目标。

东达蒙古王集团的沙柳产业化生态扶贫项目，被国家经贸委确定为“双高一优”技改重点项目，被国家林业局列入“‘双百万’京(津)北绿色屏障工程”。近几年，这项工程的实施辐射了库布齐沙漠周边地区近 300 万亩的沙柳基地，先后建设了 70 个养殖区，3 万头肉、奶牛和 25 万只舍饲绒山羊基地。据不完全统计，产业化项目共带动鄂尔多斯市 3 个旗 20 多个乡镇近 12 万农牧民人均增收2000多元。项目的实施，形成了产供销一条龙、农工贸一体化的产业链和利益共同体。利用经济杠杆拉通联动，实现了“恢复沙区生态、发展沙区生产、提高沙区人民

生活”的“三生”效果和“沙漠增绿、沙柳增值、企业增效、地方增税、农牧民增收”的“五增”目标以及“上一个项目、带一片产业、兴一地经济、富一方百姓”的“四个一”的发展策略。

2007年3月21日，钱学森院士以《把沙产业、草产业推向全国》为题，对中国沙产业、草产业网站发出寄语：“内蒙古各族人民过去在‘两弹一星’事业上做出了贡献，现在又在沙产业、草产业上给全国带了个好头，做出了榜样。我希望你们在沙产业、草产业上继续做贡献，并把沙产业、草产业推向全国。”

胡锦涛总书记视察内蒙古时特别强调：“内蒙古是我国北方的重要生态屏障，切实地把生态环境保护好，建设好，事关全国的生态安全。”总书记于2008年1月19日看望钱老时说：“前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好，沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有了明显提高。钱老，您的设想正在变成现实。”总书记所指的沙产业发展，沙生植物加工，生态正在得到恢复，人民生活水平提高等，无不凝聚着我们鄂尔多斯治沙人的智慧和心血。

2008年5月，我应联合国可持续发展委员会第16届组委会特邀，在纽约联合国总部做了大会发言，介绍了中国内蒙古东达蒙古王集团在发展林、草、沙产业、恢复生态、治理沙漠过程中的经验，并就东达集团践行钱老林、草、沙产业化理论的情况做了介绍。会后，很多国家的代表都希望来中国看看，来鄂尔多斯看看，来内蒙古东达蒙古王集团看看，亲身感受一下发展林、草、沙产业的重大成果。

东达蒙古王集团已经积极、主动地投入到了治理沙漠的这项宏伟事业之中。为了适应时代发展需求，合理消化当地丰富的沙柳资源，充分调动农牧民种植沙柳的积极性，使生态文明建设向良性循环的方向发展，使我们赖以生存的家园逐步向和谐优美转变，企业选择距沙柳原料地很近的东达生态移民扶贫村建设年产10万立方米的刨花板项目。该项目采用国际一流的设备，应用国际一流技术，生产国际一流的产品，计划2011年投产运营。

三　利用规律、创新思维

东达蒙古王集团在治理沙漠过程中坚持“生态生计兼顾，治沙致富双赢，将绿起来和富起来结合起来”。早在1996年，东达蒙古王集团就为当地遭受凌水、地震灾害的解放滩乡建过一个“东达新村”，时至今日，那里的人们生活水平仍没有发生根本变化，其主要原因在于：只靠单一的传统种植业而没有新的产业带动。这使我们意识到：新农村不能不盖新房子，也不能光盖新房子，还应在增强农牧业发展后劲上下功夫。

2005年初，内蒙古东达蒙古王集团根据《中国农村扶贫发展纲要》，结合我地区（特别是梁外沙区）农业生产条件落后、农村经济发展缓慢、农牧民生活比较困难的实际情况，在各级党政的支持和指导下，创新扶贫思维，按照“生态扩镇移民，产业拉动扶贫”的理念，本着“回报家乡、回报社会”的初衷，将鄂尔多斯境内生存环境恶劣地区的贫困农牧民整村迁移或部分迁移到东达生态移民扶贫村，实施“无土移民，产业扶贫”，大力发展特色种养业和二三产业，为移民开辟广阔的就业渠道，创业致富。这样就由过去输血式扶贫转变为现在的培养造血功能式的扶贫，把促进林、草、沙产业化与社会主义新农村建设结合起来，进行统筹谋划。

东达蒙古王集团依靠“规模化养殖、产业化配套、专业化管理、系统化分割、现代化加工、资本化运作”六轮驱动模式，实行保设施、保种兔、保饲料、保防疫、保销售的“五保”措施，发展獭

兔养殖业。平均为每户入住移民无偿提供价值25万元的住房、兔舍、沼气池等基础设施，把保险让给养殖户，风险留给企业，以小兔子发展大产业、小商品建立大市场。集团规划在东达生态移民扶贫村(以下简称新村)53平方公里的园区内，投入扶贫项目建设资金80亿元，规划建设能容纳10万人口的新农村示范园区，构建以种养业、物流服务业、高新技术业、文化影视旅游业及种苗培育等五大产业为支撑的产业体系，实现多业发展，优势互补的产业格局。

企业为了从根本上保障移民的切身利益，积极培植规模化产业链，利用獭兔的下脚料加工配制成饲料喂貂，利用貂肉制成饲料喂貉子，将貉子肉制成饲料喂狐狸，将狐狸肉制成饲料喂狼，利用狼肉加工生产药品，将这些动物的皮全部加工制作成皮草服饰与药品一同进入市场。

目前，新村建设已累计投入资金22.3亿元，水、电、路、气、讯、排污等基础设施正在逐步完善和扩展；住宅楼、精品移民小区等全部交付使用；风水梁中心卫生院已开始接诊；学校、幼儿园已解决了移民子女的上学入托问题，学生伙食、校服、住宿和所有在校费用全部免收；冷库、屠宰厂、饲料厂等均已投入正常运营。新村现在从事物流、服务业的经营户，其经济收入已达到当地同行业的中等以上水平。

新村现已入住移民2000多户，其中近1000户从事獭兔专业养殖，户均年出栏獭兔2000只，每只獭兔利润25～35元，两个劳力的养殖户年收入可达5～7万元。利用兔粪生产沼气作为清洁能源，沼液浇地，沼渣制成肥料，实现种养业的良性循环模式。这种模式既有效利用了资源，保护了环境，又可解决移民就业，保证移民有稳定的收入。

新建东达生态移民扶贫村以来，各级政府及各部门，在公共事业领域均以不同的方式、从不同的渠道为东达生态移民扶贫村创造了极大的发展空间，使园区项目和功能不断完善，结构更加优化，移民的经济收入大幅度提高。2010年，达拉特旗人民政府将新村纳入达拉特旗经济开发区，命名为“内蒙古达拉特经济开发区风水梁园区”。

国家林业局局长贾治邦在东达项目基地考察指导时讲到：像东达蒙古王集团这样的企业在社会主义新农村建设事业上，在生态文明建设事业中，真正起到了示范带动作用。赵永亮这样的企业家我们不支持还支持谁呢？他指着无偿为养殖户提供的住房和兔舍风趣地说：给我也留一间，退休后我也来这里养兔种菜，好好享受享受。

国务院扶贫开发领导小组副组长、国务院扶贫办主任范小建，副主任郑文凯等国家部、委、办、局及自治区领导先后视察新村，认为内蒙古东达蒙古王集团正在实践一个适合当地实际、企业参与扶贫的创新模式，形成了一个环保型、生态型、节约型、科技型的循环经济产业链，使农牧民在“园区”产业链上致富，使沙区生态、农牧民致富和企业发展有机结合，值得借鉴、值得推广。

回顾十几年的经历，我们可以自豪地说：东达蒙古王集团在沙漠治理和向沙漠要效益事业上闯出了一条创新之路，我们正在实践钱学森院士提出的“林、草、沙产业化”的理论，我们将沿着这条道路一直坚定地走下去！

作者简介：

赵永亮，男，汉族，1957年12月出生，内蒙古达拉特旗人，大学本科毕业，高级经济师，毛纺高级工程师，畜产品检验工程师，内蒙古自治区劳动模范。现任东达蒙古王集团党委书记、董事长，中国光彩事业促进会副会长，世界杰出华商协会副会长，内蒙古自治区政协常委，内蒙古自治区工商联副主席，内蒙古扶贫开发协会副会长，内蒙古沙产业草产业协会副会长，内蒙古自治区救助农村牧区先天性心脏病儿童促进会会长，鄂尔多斯沙柳产业协会理事长。

钱学森草业理论与新疆草业发展

——纪念钱学森院士“草业”理论发表二十七年

新疆畜牧科学院　王爱民



一　草业的提出

草业是建立在草地资源开发基础上的，集生态、经济和社会效益于一体的综合性产业。

钱学森院士是1984年提出知识密集型草产业的。他说：“什么是知识密集型的草产业？以草原为基础，利用日光能量合成牧草，然后用牧草通过家畜、通过生物再通过化工、机械手段，创造物质财富的产业。”

他在与草原专家、学者、管理者、技术人员调查、座谈、书信来往中，又不断充实了草业的内涵。认为第六次产业革命就是农业大革命，划分为农业、林业、草业、沙业、海业五大产业，前四业为“绿色农业”，海业为“蓝色农业”。草业要用系统工程的形式、方法发展下去，创造出有中国特色的社会主义新型的草业产业。

这一理论的提出已经二十七年了，通过全国草业工作者的不懈努力，在全国和新疆都取得了很大的成绩。

二　草业的重要意义

草业是根据我国的客观实际，即草原面积大（占国土41%）、人口多、耕地少（占国土10%），生态环境已逐渐恶化，需要治理，特别是西部的治理、开发、建设和边防的巩固，少数民族地区的发展而提出来的，它的重要意义在于：

首先，草业理论开拓了思想境界，得到了草业界和广大牧民的认同，使我们明确了发展方向。

第二，草业成为生态环境治理，草业、牧业生产，园林绿化以及国民经济发展的重要组成部分，是未来最有发展潜力的行业之一。草业已得到了政府、科学界、社会的赞同、认识和采纳，国家已明确提出在牧区草原执行“以牧为主、草业先行”的方针，逐步加大了草原保护建设的力度。

第三，对新疆等西部省区的开发，少数民族地区的发展，全面达到小康，起着举足轻重的作

用。它不是传统认识上的资源性的自然再生产，而是一个完整的行业，是引领我们西部各族人民致富的新兴产业。

第四，把中国草业科学推进到一个新的阶段。我国的农业院校的"草原学科"已改为"草业学科"，并从二级学科上升为和农业、林业并列的一级学科。

三 草业的成果

从新疆维吾尔自治区两个时期的情况来看，草业发展取得了以下成果。

1. 1984—1994 年十年成就

(1)立草为业，奠定了草业的科学理论基础，得到了草业科学界的论证和国家、自治区政府的承认和采纳，把世界草地科学发展到一个新的高度，具有划时代的意义。

(2)草原立法，将草原管理纳入法制轨道。1984 年 11 月 2 日自治区通过公布了《自治区草原管理暂行条例》。1985 年 6 月全国人大常委会六届十一次会议通过了《中华人民共和国草原法》(以下简称《草原法》)，这是全国第一部自然资源法。1989 年 6 月自治区人大常委会七届八次会议通过了《新疆自治区实施〈草原法〉细则》。接着进行了广泛宣传教育；建立监理队伍，成立地(州)、县(市)级草原监理站(所)91 个，配备监理员 700 多人；查处破坏草原案件 420 多起；给牧民固定草场使用权等，初步扭转了长期以来"草原无法，破坏无罪"的局面。

(3)草地公有，推行家庭双承包(草场、牲畜)生产责任制。在全区农村牧区改革的深入，逐步推行草地公有、分户承包；牲畜户有户养或牲畜公有户养，比例分成；服务社会化，克服了牧区长期存在的草场使用上"吃大锅饭"，劳动安排上"大轰大嗡"，收益分配上"搞平均主义"三个弊病。促进了牧民对草场的管理建设积极性。之后按《草原法》给牧民发放草场使用证——固定草场使用权，约 60％的草场实行了这种管理制度。

(4)草原建设逐步发展。新疆已建人工草场 900 万亩，占全国总面积的 10.5％。其中飞机种草 230 万亩，占全国 13.6％；双层草场 240 万亩；改良草场1350万亩(包括灌溉草场)，占全国的 24.8％；围栏草场 900 万亩，占全国的 11.4％；草原治蝗灭鼠 132 万亩，占全国的 23.2％；生产各种牧草种子 60 万公斤；建草地类自然保护区三个(新源、奇台、福海)，占全国 8 个 37.5％。

(5)按草业系统工程的理论，建立草业综合发展的试验示范项目。总结出基本模式：一个总体目标——以发展专业化、社会化、商品化的现代草地牧业经济为目标；实行三个"三结合"方针：种草、养畜、加工、生产、科研、培训，牧、工、商三结合；采取五项改革措施：①以建立家庭牧场为基础，牧工商服务实体为中心新的联合体；②生产技术上，采用现代先进技术；③在经营上，改变无偿救济，不计效益等做法，实行经济核算，投资回收周转；④在产品流通上，采取流通放开，产、供、销一体化的方针；⑤在管理方法上，改变行政命令式，实行项目管理，严格遵照基本建设程序办事。

草业系统工程基本理论和模式的创立和应用，为具体发展知识密集型草产业探索出一条成功道路。

(6)草业科学，推广实用技术攀登科技高峰。主要成果有：①在农业部畜牧司，北草办和新疆维吾尔自治区畜牧厅协调组织了自治区草原总站、草原厅、八一农学院草原系、各地(州)畜

牧局(处)草原站的几百名草业科技者,从1980年开始的十年的外业调查和内业总结,第二次查(在新疆草原资源为8.6亿亩)有效利用面积7.2亿亩,为草业、牧业发展提供了科学依据。②从1979年开始组织有关研究和教学部门进行牧草引种育种工作,选育出布尔津北疆中叶紫花苜蓿、和田大叶紫花苜蓿、新牧一号紫花苜蓿、巩乃斯木地肤、奇台苏丹草等五个品种。经全国牧草品种审定委员会审定、批准、登记、认定发证,占全国60个新品种的8.3%。③飞机种草技术研究获得成功,并全面推广。从1980年飞机种草试点开始,进行四年试点:初冬在年降水250毫米左右的半荒漠弃耕旱地和退化春秋草场飞播木地肤、蒿子、驼绒藜等旱生牧草成功;在天山北坡中山年降水量在400毫米以上的山地草甸草原州,5月雨季前飞播老芒麦、无芒雀麦获得成功。又通过六年在北疆草原推广,总面积已达250多万亩,有效保留面积达80%以上。从试点的三个县的三个牧(团)场,扩大到五十多个县(场)。④进行了牧草种子生产和试验的研究。建立和田、布尔津、阿勒泰、巩乃斯、奇台等地场(台、站)紫花苜蓿、杂花苜蓿、木地肤、苏丹草等种子基地12个,面积20万亩,生产各种牧草种子4400吨,商品种子3800吨,除返内草原建设用外,向七个省(区)外调870吨。1986年下半年建成区级牧草种子试验中心,配专业人员9名,已试验各种牧草种子159批,共计489吨。还进行了田间试验和监督工作,研究了有关牧草种子标准化3项。⑤进行草原病虫害防治技术的研究。垒石筑巢,招引粉红掠鸟灭蝗50万亩;牧鸡灭蝗已推广800多万亩;还有试验利用微孢子虫生物灭蝗等。⑥进行紫花苜蓿根瘤菌肥拌种栽培试验研究。在选育根瘤菌的基础上,生产菌肥222吨(其中苜蓿种子丸衣化47吨),推广面积达131万亩。据实测,平均每亩产草量增加35%~40%;土壤氮肥量平均每增加41.7%,每亩成本价只有0.59元,产值达21元。⑦加强教育,培育各级草原科技和管理人才。八一农学院、石河子农学院有草原系,伊力畜牧学校设草原专业班,共培养大专生564名,其中少数民族学生占68%以上。在校生还有近400名。八一农学院还举办了两期在职专业无学历人员大专证书班,培养学员70名,其中民族23名。还进行了正常的各级专业培训班50多期,训练了2000多人次。我区共有草地管理、技术、科技、教学人员866人,比十年前增加了两倍。⑧开展国际、国内合作,把我区草业推向全国和世界。十年来我区通过引进技术、合作研究,出国考察(深造)、省际交流、国际(内)会议,派员留学、邀请专家、学者讲课等办法,培养了人才,壮大了队伍,提高了草业工作的理论水平和实际经验,促进了工作的发展。考察和深造的国家和地区国内有:内蒙古、黑龙江、吉林、青海、甘肃等;国外有:新西兰、澳大利亚、加拿大、美国、哈萨克斯坦等。

2. 1995—2009年成就

(1)草原法律体系逐步完善。2002年12月28日全国人大常委会三十一次会议对《草原法》进行了修定和颁布,2003年3月1日施行。接着《环境保护法》、《草原防火条例》、《畜牧法》、《农业法》、《草畜平衡管理办法》、《草原征占用审核审批管理办法》等法律法规相继出台,进一步完善了草原法规体系。

(2)政策措施不断推出。2002年9月16日国务院印发了《关于加强草原保护与建设的若干意见》(国发〔2002〕19号文件),提出了保护草原与建设草原的重要性和紧迫性。2007年3月国务院批准了《全国草原保护建设利用总体规划》,提出:统筹规划、分类指导,突出重点、分步实施的原则。重点实施:退牧还草,沙化草原治理,草业良种,草原防灾减灾,草原自然保护区建设,牧民人、草、畜三配套,草地开发利用,牧区水利,西南岩溶地区草地治理等九大工程。

全国覆盖1100多个县，占天然草原的81%，占新疆全部草原的97%，共80个县。

(3)保护制度稳步推进。草原承包经营制度是党在牧区的基本政策，是草原经营管理制度的重要组成部分。从20世纪80年代以来，草原承包面积占草原面积的60%以上。

《草原法》明确规定的草原保护三项基本制度是：基本草场保护、草畜平衡和禁牧休牧制度。要像保护基本农田一样保护基本草场；实行以草定畜，通过人工草场建设、草原改良等措施，改造畜群结构，既防止超载过牧，又提高畜产品。

同时，加强了草原监督工作，优化和调整职能，有力地提高了草原执法的监督和指导的力度。2003年农业部草原监理中心正式成立。新疆1992年成立草原监理站。

(4)草业科研、技术推广。牧草育种、人工草场建设、草原改良等取得了很好的成果。草原治蝗灭鼠、优良牧草新技术得到很快的推广。还加强了国内、国际技术交流与合作。新疆农业大学设草业与环境科学学院；石河子大学、塔里木农大开设了草业方面的课程。新疆草业科研、教学、推广队伍不断壮大。

(5)草业建设工程相继进行。在国家财力的大力支持下，开展了以下工程建设。

①天然草原植被恢复与建设工程。国家在内蒙古、新疆(兵团)、甘肃等21个省(区、市)、兵团共安排建设项目216个，其中新疆18个，投入13亿元。新疆建成人工草场1.34万公顷，围栏1.47万公顷。

②牧草种子基地工程。要加大草业发展的步伐，进行人工草场、改良草场等建设，必须要有规范化、标准化、专业化的高质量和数量的牧草种子。国家投资9亿元，在全国17个省(区、市)、兵团建牧草种子原种基地33公顷(新疆0.054万公顷)，扩繁基地7.4万公顷(新疆0.59万公顷)，完善牧草种子质量检验中心7个(新疆1个)。

③草原围栏工程。2002年起在内蒙、青海、新疆和各建设兵团安排37个项目，投入3亿元。在新疆安排围栏26.89万公顷，其中，禁牧17.26万公顷，轮牧9.63万公顷。共分10个点，国家投入1亿元，配套0.25亿元。

新疆的草场主要集中在天山北坡准葛尔盆地南缘(年秋、冬草场)、阿勒泰山南坡(年秋冬草场)，初步显现了生态经济效益。

④退牧还草工程。国务院2003年决定启动退牧还草工程，先后在内蒙、西藏、新疆、兵团等12个省(区)279个县(旗、团场)实施，总面积2亿多公顷，一半以上为严重退化草场。2003—2009年国家投入资金175.47亿元，其中新疆获得2.94亿元(中央2.15亿元)退牧还草12466万公顷，完成退牧还草52.8万公顷。工程实施以后，草原得到了休养生息的机会，植被明显逐步恢复。举例如下：新疆和静县巴音布鲁克大草原，位于天山深处，是我国最大的亚高山高寒草甸，也是六大湿地之一，是小三江(河)的发源地(开都河、特克斯河、玛纳斯河)，天鹅湖位于其中。由于超载过牧，干旱少雨，又缺乏建设，草原出现了严重退化，甚至沙化。从2005年开始，国家投入1.5亿资金，实施退牧还草，67.33万公顷退牧还草，并分禁牧、休牧、轮牧区，保护的草场内植被覆盖率明显提高。

⑤牧民定居工程。《草原法》规定“国家和各级政府要支持、鼓励和引导牧民开展牧民定居点等建设”。周永康2010年9月底视察新疆阿勒泰地区时，强调推进安居富民和定居兴牧两大工程，要坚持高起点、高水平、高效益的原则，做到村(点)有规划、户有方案、分门别类、分步实施，让农牧民过上现代文明生活，彻底摆脱游牧生活，改变生产生活方式，稳定快速地发展畜牧业。新疆牧民定居是从20世纪80年代开始的，至2009年已建牧民标准化定居10.6万户，

占总户数27.5万户的38.5%。自治区计划再花十年时间使剩下的16万户全部实现定居，结束新疆游牧时代。

2009年国家也投入了20亿元，在内蒙、西藏、新疆、甘肃、青海、四川、云南等7个省(区)试点，每户补助2.5万元，补助37.7万户。

⑥草原鼠虫害及防火工程。全国尤其新疆草原鼠虫害与火灾普遍发生，加剧了草原的退化，产草减少。国家至2009年，在14个主要牧区省(区)投入草原治蝗灭鼠费9亿元，草原防火队伍建设、物资库(站)隔离带建设等费用5.5亿元。至2009年，全国防治鼠害7600万公顷，新疆建设兵团占67.2万公顷；防虫害4400万公顷，兵团占69.8万公顷。

四　发展草业的问题与建议

(1)从国家战略高度提高对草产业发展的认识。目前发展草产业还未列入国家的重大战略议程。我们要认识到：草业产业化是关系我国丰富的草地资源能否开发和草业经济能否发展的关键，是解决我国耕地粮食紧缺问题的唯一出路。同时，也是解决我国少数民族发展前途、同步全面奔小康的重大举措。据统计，我国659个少数民族县有597个在草原地区，新疆13个主体民族中的哈萨克、蒙古、柯尔克孜等，一半主要生活在草原区。全国1.2亿少数民族人口有70%生活在草原区。所以，发展草产业是关系国计民生、民族团结发展的大事。

(2)目前钱老草产业理论的重大意义，尚未得到社会广泛认可。因此，要继续深入理解钱老草产业理论和实践经验，通过二三十年的发展，总结一整套完整的草业体系，走出一条有中国特色的草业发展路子，促进我国草业、农业、牧业走向现代化。

(3)当前，我国尚无国家级草原管理执法机构，政策、法令往往流于形式，不能真正贯彻落实。建议国家尽早采纳钱学森的建议，建立国家草业部，真正做到：

①全面落实草原保护制度，要像保护基本农田一样保护好基本草场，包括人工草地、天然割草地、自然保护区草地、牧草种子基地、牧民定居点牲畜过冬、产幼留用的草地等；

②落实草原承包责任制，让牧民真正固定草场使用权，发放有县(团)级法律保证的使用证；

③继续加大草业多项工程建设，彻底改变草原严重退化(新疆退化草原达60%以上)的局面，逐步恢复草原植被，增加牧草；

④加大对草原建设资金投入力度，国家加大工业反哺牧业、草业，通过自治区、兄弟省(区)支援、企业扶植，将地方财力和牧民自力捆绑在一起，做到科学规划一块建一块，收效一块。

(4)按现代化标准规划、建设、配套、落实好牧民定居点。新疆还有16万多户牧民没有实行定居兴牧，自治区政府要求再过十年全部实现。实行"以牧为主、草业先行、牧农结合"，种植一定面积的人工草地，保证牧畜冬春冷季舍饲，暖季草原放牧，充分利用草原资源，控制牲畜头数，提高出栏率和商品率。

新疆阿勒泰地区一个以牧为主的哈萨克(部分蒙族)民族地区，在现有的部分定居(包括2817工程定居点)的情况下，2009年牲畜存栏头数已下降12%，出栏率提高了9%，商品率达到67%。该地区行署已做了一个"牧民定居规划"，计划5～8年内全地区3448户牧民全部定居。近年陆续安排了2.3亿元用于定居，国家只投入0.6亿元，地方压力太大。希望国家切实增加投入。

(5)发展草产业目前还缺乏典型引路的示范项目，建设继续加大草业综合示范建设项目，李毓堂先生按钱老的草业理论和系统工程学说，应在不同草原类型区、牧区、山区和北南方进行了 40 个试点(新疆 5 个)，总结形成了一套草业综合示范基地建设的样板。当李会长把新疆富蕴、阜康两县试点向钱学森汇报后，钱老回信“有了草、畜、工、贸四结合的富有集体！新疆富蕴县是我给您 1991 年 9 月 2 日信中的阜康县吗？有了这样的先进集体才是可以步入草业的第六次产业革命的典型。”(1994 年 10 月 19 日的信)。该两县到 2009 年，草业牧业仍然稳步发展，商品率很高，牧民收入不断增长。如：阜康县现有牲畜 28.4 万头；建人工草地 6.4 万亩，围栏封育草原 53 万亩，其中禁牧 20 万亩，休牧 33 万亩；牧民已定居1392户，占总户的50.5%，计划 3～5 年全部实现定居。二十年的发展，牧业商品率从 1990 年的 23.3%提高到 2009 年的 70%，牲畜死亡率从 2.9%降到 0.5%；牧业产值从 797 万元提高到78292万元；牧民人均收入从 735.6 元提高到6762元。

(6)在草原牧区发展草产业缺乏国家在科研和技术推广上的有力扶持，建议国家将其纳入科技发展计划。过去我国农业科技进步贡献率只有 35%，而新疆只有 20%左右，发达国家达 70%～80%，亟待加强。邓小平同志教导我们“科学技术是第一生产力”。党的政策规定：“依靠科技进步振兴农业，加强农业科技成果推广工作”。这是各级政府、业务部门、科技部门工作者光荣的历史使命。

参考文献：

[1] 中华人民共和国草原法.

[2] 李毓堂. 中国资源科学百科全书——草地资源学. 北京：大百科全书出版社，1999.8：610.

[3] 李毓堂. 21 世纪中国可持续发展新战略——钱学森创导知识密集型草产业的科学贡献. 2001.12.

[4] 任继周. 钱学森先生为草业科学开辟一条新路. 2001.12.

[5] 农业部. 绿色华章——辉煌的草原保护建设工程. 2010.2.

[6] 王爱民，塔拉什·克比. 草业系统工程与草地科学经营体系建设——浅谈新疆草业发展的重要意义. 2002.12.

[7] 王爱民，等. 发展草业促进畜牧业持续稳步增产——新疆草业十年发展成就. 1994.12.

作者简介：

王爱民，男，1936 年 2 月出生，浙江省宁波市人，华中农业大学畜牧系毕业，研究员，享受国务院特殊津贴，长期从事草业行政和科研管理工作。先后在新疆畜牧厅、畜牧科学院工作，任草原处副处长，草原所所长、副院长，新疆草原科学会常务副理事长兼秘书长，中国草原学会常务理事，中国草业协会常务理事、副秘书长。现任中国系统工程学会草业委员会委员。撰写各种专业论文近百篇。曾主持和参加农业部和新疆草业科研项目十几项，获得省部级奖六项。

开发沙产业　勇立千秋业

尹成国



20世纪80年代，钱学森面对黄沙漫漫的巴丹吉林沙漠，第一次提出了沙产业的概念：就是防沙、治沙、用沙，用开发沙产业草产业来带动"多采光、少用水、新技术、高效益"的绿色产业的特色产业。按照这一发展思路，近年来，亿利资源集团全力实施以沙漠为载体的中蒙药现代化和林草产业化，向沙漠要产值，向沙漠要效益，努力使资源优势转化为竞争性产业优势，通过自身的不断探索，走出了一条开发利用沙漠生态资源的新型工业化路子，不仅取得了良好的经济效益，也取得了巨大的生态效益和社会效益。

亿利资源集团公司的主导产业分为两块：一块是依托库布齐沙漠，变沙漠劣势为竞争优势，利用沙漠打造发展医药甘草产业链；一块是依托鄂尔多斯丰富的煤炭化工资源发展能源化工。企业总资产30亿元，是国家520家重点企业和自治区重点企业。其中集团公司控股的医药化工部分产业已于2000年上市。

近年来，我们依托集团公司较大的规模优势，本着"沙漠增绿、农牧民增收、企业增效、政府增税"的原则，在库布齐沙漠搞了一些立足于沙漠治理与资源综合开发的项目，取得了一定的经济、社会、生态效益，也摸索总结出了一些经验。

一　开发沙产业的十项内容

亿利资源集团开发沙产业的基本模式是"企业建设、政府引导、科技支撑、集约化经营、市场化运作"和"公司带基地、基地连农户"。集团公司通过一次性补偿的办法，取得了库布齐沙漠"五荒地"50年的使用权，同时本着"防沙、治沙、用沙"的基本方针，围封补播、种草、种树、种甘草。并在此基础上，搞以甘草为主的复合生态产业化，解决了政府主动投资和群众被动建设相脱节的问题，形成了企业、农民和政府多赢的利益驱动机制。一是充分利用农民无法耕作的荒沙，因地制宜，开展产业化、规模化生态种植，使农民得到了股权和劳务的收入，同时协调解决了农村的土地矛盾。二是通过股份合作和契约的方式，建立和完善了风险防范和监管约束机制。三是满足了种植甘草药材的土壤条件。因为甘草耐旱，且要求无污染、无残留农药、无重金属含量，而库布齐沙漠的净土资源，为发展绿色医药甘草产业提供了得天独厚的天然条件。四是利用集中连片的土地资源优势，统一规划，统一开发，建成了220万亩以甘草和苦参

为主的中药材基地。五是通过沙漠综合治理，改善了生态环境，起到了防沙、固沙的作用。六是在此基础上，不断拉长和延伸产品链、产业链和价值链，进行复合生态产业化的建设。集团公司在开发沙产业方面，先后干了七八年，主要做了十件事。

1. 修建穿沙公路

盐海子是亿利集团的根据地，位于库布齐沙漠腹地，有丰富的芒硝、天然碱、盐等化工资源，总储量高达1.8亿吨。为了保住这片优势资源，改善湖田作业环境，90年代初，企业组织全体职工走进大漠沙海，短短几年时间，在湖区迎风向建起了2万多亩林草基地，有效地屏蔽了风沙的肆虐。为了谋求企业的更大发展，解决交通运输的瓶颈问题，1998年亿利资源集团与当地政府联手启动了闻名遐迩的库布齐穿沙公路项目。经过四年的奋战，终于在飞鸟难越的死亡之海中打通了一条黄金通道。穿沙公路的修筑成功，是在政府宏观指导和支持下，企业与民众共同参与进行生态建设的一次极为有益的探讨和尝试，它不仅加快了基础建设步伐，而且还极大地改善了投资环境。对企业而言，穿沙公路的贯通，节省了企业运费(每年可节约运费1600万元)，降低了生产成本，增加了利税，回报了社会，特别是进一步认识了沙漠的开发优势所在。

2. 整合生态资源

本着“锁住四周、渗透腹部、开发净土、振兴绿谷”的方针，积极争取当地政府的支持。1999年以无偿划拨的方式，获得50万亩沙荒地的使用权，用于种植甘草，取得成功。2001年又采取返租倒包和一次性补偿等方式，在黄河南岸、库布齐沙漠北缘围封了242公里×3公里的100多万亩“五荒”沙漠地。同时，按照“公司加农户、企业加基地”的模式，与农民结成利益共同体，在沙漠中搞“复合沙漠生态产业化工程”，形成了以甘草为主线的中药生态产业化。通过三年的种植和围封补播，已在库布齐沙漠中建成甘草、苦参基地170万亩，做到了防沙、治沙、用沙，达到了企业与农牧民双赢的目的。

3. 实施林药草一体化工程

按照“以药为主、药中有林、林中有药、药林草生态旅游相结合”的总体思路，根据自然条件，因地制宜，宜药则药，宜林则林，宜草则草。在发展以甘草为主的中药生态产业的同时，实施了百万亩速生丰产用材林产业化工程；在美国哥伦比亚大学生物圈2号的技术支撑下，经过前几年的技术引进、技术储备和种苗本土化实验，目前已完成了20万亩种植任务，同时又开辟了50多万亩种植基地，力争在三年内完成100万亩用材林种植任务，并完成木材初加工项目。从2000年至2002年，公司3次雇用飞机共飞播120万亩林草网带，成活率达85%以上。通过人工种植沙柳、牧草近100万亩，从而在穿沙公路两侧形成了宽2000米的绿色长廊。此外，集团公司还投资兴建了首批100户生态移民新村，生态移民340人，退牧还草约27万亩。目前，林药草一体化的产业格局基本形成。

4. 标准化基地GAP的建设

通过种植和围封补播，共建成以甘草、苦豆子为主的中蒙药材基地220万亩，并按照国家

《中药材栽培质量管理规范》(GAP)要求进行了标准化规范,年内将通过 GAP 认证。届时公司的中药材基地将全部达到国际化质量标准,亿利资源也将成为甘草 GAP 标准的制定企业。不仅使中蒙药材资源达到了富集和产业化标准要求,而且质量也达到了可控,为资源可持续利用和沙产业可持续发展奠定了坚实基础。

5. 初级产品的加工

本着"开发中保护,保护中开发"的原则,利用国家赋予的专营权属,加工上市甘草条草、甘草饮片等初级产品。目前"亿利"牌梁外甘草和甘草饮片等初级产品已源源不断地进入东南亚市场。

6. 中间体的提取

利用甘草和苦参的下脚料,采用高新技术,进行深度开发,实现甘草浸膏、甘草酸、甘草多糖、甘草黄酮、异甘草素、甘草盐类的精制分离加工,以及苦参碱、苦参素的纯化等,扩大以甘草为原料的系列产品产业链,使资源得到了合理利用和附加值得到了提升,实现了产业链的延伸和经济效益的提高。

7. 医药产品的规模化生产

结合规模化、标准化的 GMP 制药车间的改造,针对特色资源,推出了一批以甘草良咽为代表的具有竞争能力的植物药新品种,真正变资源优势为经济优势,逆向拉动了沙产业的良性发展。目前已经上市和正在上市的中蒙药新产品有甘草良咽系列产品、复方甘草片、甘草合剂、甘草安胃疡、复方炙甘草颗粒、甘草爽、克泄灵、甘草酸二铵胶囊、甘草锌颗粒、甘草锌片、小儿甘草锌片等甘草系列产品。沙漠中的甘草已成为亿利资源的核心资源。

8. 加强科技研发与引进

以科技为先导,用高科技为沙产业的发展不断注入新的活力。目前,企业技术中心被认定为国家级技术中心,科技研发费用占销售收入的 4.5%。一是积极寻求与国内外大专院校及科研院所的合作。先后与美国哥伦比亚大学(生物圈 2 号)、北京师范大学、中国药科大学等科研院所合作,重点研究生物制药,特别是中蒙药品的科研开发。二是引进科研技术人才。通过"筑巢引凤、腾笼养凤"等办法,近年来,共培养引进本科以上人员 150 多人,其中博士 2 人(林光辉:美国哥伦比亚大学生物圈 2 号中心植物生态学博士,美国哥伦比亚大学地球研究院研究员,博士后;刘凤鸣,医学博士,美国克莱顿大学副教授,北京师范大学兼职教授),研究生 20 人。通过引进人才,借用外脑,将货币资本与人力资本有机结合起来,为集团公司的发展壮大提供了强有力的智力支持。三是研发了一批以甘草良咽为代表的具有震撼力的中蒙药精品,并对千金止带丸等 34 个传统制剂进行剂型改造,为打造"亿利医药"、"亿利甘草"品牌奠定了坚实的基础。

9. 加强市场营销网络建设

亿利医药营销中心承担着市场网络建设的重任。经过科学有效的营销开拓,OTC 市场和

处方药市场已覆盖了国内31个省市区和全国1000多家等级医院10万多个终端，医药流通企业有8家通过了国家GSP认证。营销网络的建设，逆向拉动了中蒙药的研发、加工、种植，扩大了市场覆盖面，为公司中特药准确无误进入国际市场提前畅通了渠道。

10. 生态资源的再利用

依托大规模的甘草资源和沙漠风光的特色优势，建设了“上海庙立体生态旅游”和“七星湖沙漠生态旅游”项目，并于2003年成功举办了“中国企业家沙漠生态之旅”活动。“大漠孤烟直，神湖日月升”的七星湖美景及以“大汗、大漠、大草原”为特色的大汗行宫自然风光吸引了众多的中外游客，同时使生态旅游成为企业新的重要的经济增长点。

通过开发沙产业，亿利资源集团初步实现了“沙漠绿了、农民富了、企业赚了、环境好了”的共赢目标。一是通过集团多年来对库布齐沙漠的综合治理(目前总治理面积已达300多万亩)，有效地改善了生态环境，为保护“母亲河”，阻止土壤的沙漠化、荒漠化，做出了一定的贡献。二是增加了农牧民的经济收入。当地农牧民以“五荒”沙地入股，成为集团公司的股民，既有股权收益，又有劳务收入。仅2003年，就有3万多农牧民参加了生态建设，劳务收入高达2000多万元，有力地推动了当地的经济建设和农牧民脱贫致富达小康的步伐。三是企业得到了实惠。220万亩甘草，按照目前市场价格每亩3000元计算，总价值在60亿元以上。2003年以甘草为主的沙产业直接收入已超过3亿元，今年可达到4亿元，所拉动的中药产品销售额在15亿元左右。预计2006年沙产业的销售收入可达10亿元，以甘草为主的沙产业拉动的中药产业销售收入可达到40亿元。

二　开发沙产业的四个坚持

1. 坚持开发与保护并举

亿利集团以高科技、新技术为依托，在恢复和保护生态的基础上，开发以甘草为主的沙产业，寓开发于保护之中，既实现了恢复生态、保护环境的国家目标，又保证了企业高效益产业的发展目标，两者兼顾，利国利民利企业，同时为区域经济良性循环的可持续发展奠定了坚实的基础。

2. 坚持区域化布局、基地化生产

集团公司根据沙漠资源特点，将具有竞争比较优势的甘草产业作为支柱产业，实行区域化布局，基地化生产和适度规模化经营，形成了具有地方特色的区域经济格局。又通过产业链的多次延伸，逐步构筑起产业集群，联动效应和规模效益显著，成为拉动地区经济增长和农牧民致富的动力源泉。

3. 坚持生产经营和管理模式企业化

面对生产规模巨大、利益主体众多、产品多层次深加工及工艺复杂的状况，为使企业高效运作，企业积极开展经营机制创新，实行劳动分工专业化，将科学决策、程序化管理、成本管理、激励机制、契约化管理等引入沙产业生产经营全过程，使少量的管理人员在利益共同体的旗帜

下，指挥上万名高度分散的农牧民有秩序地参与企业的生产运作，实现了资源配置的市场化和生产方式的现代化。

4. 坚持投入和增长方式集约化

沙产业经营自始至终必须以经济效益为中心，以恢复生态和企业发展为目标，这是沙产业赖以持续发展的内在动力和保障。亿利资源集团把沙产业的发展定位于对植物的深度加工转化和提高植物对太阳能的固定转化效率上；把发展的势能放到了市场机制引导和充分运用现代化技术和新技术革命的成果、扩大产品增值效应等方面，实现了资源优化配置，使沙产业经营的劳动生产率、商品率大幅提升，经营收入实现了高额回报。

三 开发沙产业八点体会

1. 必须从根本上转变对沙漠的认识

沙漠不是肆虐的黄龙，而是宝贵的资源，只要掌握自然规律，遵循自然规律，坚持“保护中开发，开发中保护”和“因势利导”的原则，在保护植被的前提下将其合理地开发利用，就能够变沙害为沙利，沙漠就能变成“摇钱树”。

2. 钱学森的沙产业理论治理荒漠化具有普通和深刻的导向意义

从保护环境、防治荒漠化的角度出发，发展沙产业是控制荒漠化的积极而有效的手段。

3. 发展沙产业的前提是因地制宜，实事求是，从实际出发，不能搞“一刀切”

对于沙层堆积深厚、年代久远、地下水埋藏过深或水量不足的地区应以植被保护为主，可以实施生态移民，围封“四禁”（禁止滥垦、滥采、滥牧、滥伐），实施植被的自然恢复，而不能过多地追求经济效益；沙漠化程度较轻、地下水资源埋藏相对浅的地区，在保护好原有植被的基础上，可以因地制宜的发展各类经济效益比较高的农业综合开发项目，比如我们的甘草基地、速生丰产林项目等。

4. 发展沙产业要坚持以生态治理为主，不可盲目追求经济效益

可以说，沙产业就像投资“足球”一样，是一个“烧钱”的产业，没有强大资金实力和技术实力的企业不要轻易涉足。发展沙产业应该是在生态恢复和种树种草可成活的基础上，有选择、有针对性的对那些适合在沙漠生长的生物物种进行开发利用，决不是普通的项目投资，以经济效益为主。

5. 发展沙产业必须坚持市场化，形成规模优势，走种植、深加工及综合利用的立体复合产业化道路

只有坚持以上原则，才能保证低投入、高产出，才能走出一条光明大道。既要合理的规划设计好沙漠植被的综合利用，并形成产业化，同时要加强科技研发与引进，充分运用现代化技术和新技术革命的成果，为沙产业发展提供强大的保证。

6. 发展沙产业要依托龙头企业带动

龙头企业必须是规模大、信誉高、管理好、科技实力强、产业链条长、特色产品档次高的企业。否则难以抵抗自然风险和市场风险。

7. 沙产业发展必须与农牧民脱贫致富有机结合

荒漠化在许多地区是由于人类维持低质量生存的行为造成的。人们的温饱问题不解决，"四滥"行为就不能得到有效控制，沙漠地区有价值的植物资源就难以保护。所以，企业在取得经济效益的同时，必须做到"三生"统一，健全企业与农牧民双赢的利益驱动机制。

8. 沙产业开发需要政府的政策扶持

沙漠化地区生态脆弱，气候恶劣，植物成活率低，资金投入周期长、利润回报慢，所以必须争取各级政府的高度支持和关注，使企业效益与社会效益高度统一。

总之，近年来，亿利资源集团通过防沙、治沙及用沙，走出了一条复合生态型的沙产业开发之路，真正做到了企业与民众在生活、生态建设和生产活动等方面的有机衔接，实现了生态效益、社会效益与经济效益的同步增长，从而使钱学森的沙产业理论得到了实践的，同时为西部大开发的"退耕还林"、"退牧还草"后续主导产业的科学选择和有效解决"三农"、"三牧"问题，使牧民脱贫致富，提供一些可借鉴的经验。专家们评价我们，路子找准了，模式做好了，产业链延伸了，产业化形成了，但是规模化还有待提升和发展。今后我们将继续秉承"关爱生命，善待自然"的发展理念，进一步推进知识密集型沙产业的开发，为促进地方经济建设，全面实现小康目标，建设绿色生态家园和山川，为 2008 年北京绿色奥运做出应有的贡献。

作者简介：

尹成国，男，1965 年出生，内蒙古鄂尔多斯市杭锦旗人，高级工商管理硕士，高级经济师，高级会计师。现任亿利资源集团有限公司高级副总裁，内蒙古亿利能源股份有限公司董事长。曾荣获内蒙古自治区"杰出青年企业家"、"全区治沙先进个人"、"鄂尔多斯市优秀企业家"、"内蒙古自治区劳动模范"称号。

乳业与草产业共同发展之探索

卢　俊



一　乳业与草产业的文化之根

谈起乳业与草业，人们往往会联想起早已在世界华人圈中流传的那首古歌谣："敕勒川，阴山下，天似穹庐，笼盖田野。天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊。"这是一千多年前少数民族诗人对美丽富饶的内蒙古大草原的生动描绘，也是对原始草原与牧业（当然这牧业就包含着奶业）相互依存关系的形象写照，还是人与自然和谐共存的宇宙观的文化记录。随着人口的增长，文明的进步，人们对乳品需求的增加，乳业与饲草种植业便产生了。因此，从历史上看，今天的乳业与草产业是由原始的牧业和草业演变而来的，并得到了突飞猛进的发展。正是这独特的自然环境、源远流长的草原文化和党的改革开放的好政策，为内蒙古奶业的生存和发展提供了必要的条件和优越的环境。奶业形象定位的文化之根，应是"逐水草而居、因牧业而兴"的绿色文明。

内蒙古蒙牛乳业（集团）股份有限公司，是1999年由自然人出资成立的。目前已有员工近万人，形成了液态奶、冰淇淋和奶品三大系列、100多个品种的生产能力。全国已有32个省、市、自治区和特别行政区、100多个大中城市在销售蒙牛产品，深受广大消费者欢迎。

公司成立以来，依靠地区资源优势，挖掘草原文化底蕴，坚持以人为本，实行科学管理，本着乳业与草业共同发展的思路，诚诚信信做市场，认认真真做产品，扎扎实实办企业，认真贯彻"三个代表"的重要思想，使企业取得了长足的进步和飞速的发展。五年来，公司先后通过了多项国际、国内质量体系认证：绿色食品认证、ISO9001、ISO14001、GWP、OHSAS18001、HACCP等，蒙牛注册商标2002年被认定为"中国驰名商标"，企业被自治区列为"二十户重点大企业"之一、"亿元工程企业"、"重点保护单位"。被呼和浩特市市委、市政府授予"思想政治工作先进单位"、"纳税状元单位"，获"经济快速发展突出贡献奖"。公司总裁牛根生被评为"发展乡镇企业功臣"、"第八届内蒙优秀青年企业家"、"全国奶业优秀工作者"、"2002年中国十大创业风云人物"、"2002年中国经济最有价值封面人物"、"2003最具影响力的企业领袖"（第10名）等，并荣任中国奶业协会副理事长。

蒙牛牛奶已成为唯一的"中国航天员专用牛奶"和"中国奥运运动员训练专用牛奶"，蒙牛荣获"2003年香港超市表现最优秀新产品奖"，成为唯一获奖的大陆品牌。蒙牛工厂被利乐公

司列为"全球样板工厂",这在中国境内尚属首例。1999—2003 年蒙牛乳业以惊人速度快速成长:在 1999 年成立时,只排在全国乳品行业的1116位;2000 年的销售额是 1999 年的 673%,排在全国乳品行业的 119 位;2001 年的销售额是 2000 年的 289%,排在全国乳品行业的第 11 位,2002 年的销售额是 2001 年的 247%,排在全国乳品行业的第 4 位,2003 年的销售额是 2002 年的 240%,跃居全国乳品行业的第三位。在 2002 年中国"第五届成长企业 CEO 峰会"上,蒙牛以1947.31%的成长速度名列榜首。从"利乐枕"牛奶市场占有率来看,"蒙牛枕"居世界第一;从冰淇淋市场占有率来看,蒙牛居全国第二。

蒙牛的飞速发展不仅为自身带来了经济效益,同时也获得了一定的社会效益。它推动了当地商业、房屋出租业、餐饮服务业及交通运输业的发展,促进了当地农业产业化、城镇化的进程。蒙牛公司飞快的发展速度被一些人称为"蒙牛现象"。这种现象的出现,究其原因,一个重要的因素就是我们充分利用了内蒙古大草原的地域优势和源远流长的绿色文明的影响,是坚持乳业与草产业共同发展的思路所取得的结果。

世界闻名的茫茫内蒙古大草原,是历史上形成的自然地域概念,并不是行政区域概念。它包括同内蒙古邻近的黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、山西、陕西、宁夏、甘肃等省市自治区的部分地区。

蒙牛公司把生产基地的总部设在呼和浩特,并以此为轴心,向西延伸至河套平原,进入包头、巴彦淖尔盟,直至甘肃、新疆,向东延伸至科尔沁草原,进入通辽、兴安盟,直至北京、河北、山西、辽宁、黑龙江等邻近省的部分地区。这些地区都在北纬 45°左右,日照时间长,早晚温差大,降雨量和气候非常适宜牧草的生长和奶牛的繁育。而且就全国来讲,这个地区人口相对稀少,工业不太发达。独特的无污染、纯天然的自然环境和自然条件,使奶牛的产奶量高、质量好,吸引了乳品企业投资建厂。乳品业的投资建厂,带动了奶牛养殖户的积极性,促进了奶牛养殖业的发展,保证了充足的优质奶源,奶牛养殖业的发展,又促进了乳品业的健康发展,进而可实现"沙地增绿,草原增值,农牧民增收,企业增效"的良性循环。

二　乳业与草产业的产业之链

在我国,牛奶的需求量具有很大的潜力。据有关资料统计,2003 年世界人均年占有牛奶量是 97.6 公斤,我国的牛奶年人均占有量才是世界平均水平的九分之一,还不及印度的消费水平。随着我国经济的发展和人民生活的提高,牛奶的需求量会大大增加。这就是一个很大的市场。大市场呼唤大产业,大产业要依靠产业链的合理延伸和良性循环。

请看图 1 所示乳业与草产业的产业链条示意图。

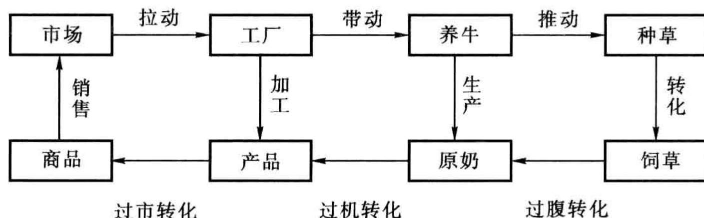


图 1　乳业与草产业的产业链

如图 1 所示，市场拉动了工厂（乳品企业）；乳品企业的飞速发展需要大量的原奶，这就带动了养牛业；养牛业发展了，牛多了，要吃草，就推动了种草；要想奶质好，产奶多，就要种好草，即含蛋白质高的草，这就推动了饲草种植业的发展。饲草通过奶牛的“过腹转化”就变成了原奶，原奶通过工厂的机器加工就转化成产品，产品投放到市场就转变成了商品。

我认为，在这个产业链中，最具活力的、起关键作用的是龙头企业——乳品加工企业。它起到了承上启下的作用。作为乳品企业，一方面它要扶持奶户，发展奶牛养殖业，即一手牵着百万农牧民的利益；另一方面，企业要把收回来的原奶加工成消费者放心的奶制品投放市场，提供给消费者，即另一只手牵着亿万消费者的利益。所以，龙头企业是产业链中的关键环节。一个龙头企业办好了，就会创一个品牌，带一片产业，兴一地经济，富一方百姓。

蒙牛公司成立以来，坚持延伸产业链、推动产业化。下大力气把产业链变成生态链、项目链、效益链，实现着经济效益、生态效益和社会效益的“三效统一”。我们带来了三个变化。一是随着蒙牛公司的不断发展壮大和原奶需求量的增加，在内蒙古及周边地区扶持和发展了大量的养牛户，推动了奶牛养殖业的发展，促进了产业结构的调整，推动了当地农业产业化进程，带动了百万养殖奶农的农牧民脱贫致富，为草产业的发展提供了物质基础和必要条件。二是蒙牛公司倡导在昭君墓以南至和林格尔 209 国道两侧，实行退耕还草，种植优良饲草，打造公路绿带。公司已采取发放种草补贴的形式推动这一计划的实施。在各级党和政府的关怀和支持下，目前已有近一半的公路两侧耕地实现了退耕还草，并初见成效。三是由于退耕还草计划的实施和饲草种植业的发展，以及厂区的绿化，客观上对保护植被、保护生态发挥了积极的作用。不但绿化了环境，保持了水土，减少了沙尘暴，而且净化了空气，美化了生活，造福了子孙后代。

就其他社会效益来讲，蒙牛公司成立以来，先后在社会上招收了近万名员工，可以说直接创造了近万个工作岗位，也同时间接创造就业岗位数十万个。产业链条辐射百万农牧民，成了内蒙古地区西部大开发以来最大的“造饭碗企业”。蒙牛公司组织了社会上1000多辆车为蒙牛公司运送各种原料和产品，推动了当地运输业的发展。蒙牛公司在当地建厂投产，使当地就业人员明显增加。加之，员工都需要衣、食、住、行和相应的文化生活，进而推动了当地的商业、房屋出租业、饮食娱乐等服务行业的发展，促进了当地城镇化的进程。一言以蔽之，蒙牛打造的绿色支柱产业，已成了内蒙古新的经济增长点，为解决三农问题、创造就业岗位、保护生态环境、推动当地的经济增长、实现绿色 GDP 发挥了重要的作用。

我们深深体会到，奶业和草产业是不可分割的，两者有着因果关系和依存关系，忽视哪个都不行。因此，支持草产业的发展对乳品企业来说是义不容辞的责任，因为它是获得充足原奶的基础。从另一个角度讲，如果不发展乳业，农牧民的牛奶卖不出去，那么牧业草产业也发展不起来，生态植被也得不到很好的保护，所以，发展著名科学家钱学森倡导的知识密集型的草产业，“形成农工贸一体化的产业链”，从新的起点上把内蒙古的乳业做大、做强，是我们的选择。我们相信，在各级党和政府的关怀、支持下，在乳业和草产业共同发展的道路上，我们一定会探索出一条更好的有中国特色的新路子。我们愿为这个造福子孙后代的蓝图的实现做出应有的贡献。

作者简介：

卢俊，女，1955 年出生，大学学历。内蒙古蒙牛乳业集团原党委书记、副总裁。

钱学森知识密集型草产业理论对西部开发的重大贡献

郝诚之

一 大草原没成为经济新优势,问题出在哪里

知识密集型的草产业理论是著名科学家钱学森先生1984年6月28日在《内蒙古日报》上发表专论《草原、草业和新技术革命》时首先提出来的。后《人民日报》1985年3月7日全文转载。1985年4月,钱老在中国草原学会和中国经济学术团体联合举办的“中国草业问题研讨会”上,发表了题为《中国草业产业》的讲话,阐述了他对大草原没成为我国经济新优势的思考,深刻分析了我国“草原亮出黄牌”和草业不被重视的原因及后果。

我国是一个草原大国,拥有各类天然草原近4亿公顷,居世界第二位。我国草原面积约占全球草原面积的13%,占国土面积的41.7%,是耕地面积的3.2倍,森林面积的2.5倍。草原与土地、森林、海洋一样,是重要的战略资源。丰富的草原资源为我国草业提供了巨大的发展空间和发展潜力。

为什么曾经养育过一代天骄的草原帝国,后来竟变成需要国家输血的荒漠之地?是新中国领导不知情、不重视吗?否!且不说20世纪50年代中央就有一系列加强牧区工作的政策规定。60年代刘少奇主席、朱德委员长视察内蒙古呼伦贝尔草原,明确要求“开荒与保护草原有矛盾时,要服从保护草原”。朱德同志还留下了充满自豪的诗句,“三大草原两失败,我国草原依然在”,“保护东北大草原,富及子孙唯所赖”[1]。就是“文化大革命”后的70年代,邓小平等中央领导也多次强调“种草为主,发展畜牧业”。如1978年8月,邓小平同志即指出:“种草比种树容易,种草可以防止水土流失,也可养牛养羊,比种地富足。”1980年5月,邓小平同志在《关于农村政策问题》的谈话中强调:“像西北的不少地方,应该下决心以种草为主,发展畜牧业。”1983年1月,中共中央在《关于当前农村经济政策的若干问题的通知》中指出,“我国的畜牧业,特别是发展牛羊等草食动物,潜力很大。认为粮食不过关,畜牧业就无从发展的看法是不符合实际的”,“发展畜牧业,实行农林牧结合,反过来又会促进农业”。1984年3月,中共中央、国务院在《关于深入扎实地开展绿化祖国运动的指示》中规定:到本世纪末,“力争种草面积达到5亿亩,使退化、沙化的草场逐步得到恢复和改良”。1987年8月,国务院更在《批转全国牧区工作会议纪要的通知》中指出,“牧区要坚持以畜牧业为主、草业先行、多种经营、全面发展的方针”,进一步确定了草业的地位[2]。

钱老回忆说:“1983年秋,胡耀邦同志在西北视察,提出在甘肃省等西北地区发展农业生产要因地制宜,首先种草种树。这个号召给我很大启发,使我认识到农业还有得从种草做起的地方。在农业和林业之外,还有一个草业。国家有农业部、林业部,没有草业部,而我国草原面

积是农田面积的三倍多，约有43亿亩，怎么能忽视草业呢?”钱老说，为什么“党的十一届三中全会以来，中共中央、国务院和中央领导同志有许多关于种草和建设草原的指示，而草业仍起步艰难”？他深入研究内蒙古等地的情况后发现，“不重视草业是因为它的产值很低，所以就附带着包括在农业中，不值得单独列出”[3]。他从时任内蒙古党委第一书记的周惠同志发表在《红旗》杂志1984年第10期的文章《谈谈固定草原使用权的意义》读到了如下统计数字：“在内蒙古自治区，共有13亿亩草原，1947年到1983年这37年中，畜牧累计产值100多亿元，折合每亩草原年产值平均才0.2元多。这的确比每亩农田的年产值小得多，只有个零头!”钱老简直不敢相信自己的眼睛，这和国外的差距太大了！纵观世界现代农业经济的发展，以农业为主的西方现代化国家无不以草业为重要基础产业。新西兰、澳大利亚、加拿大、美国自不必细论，是典型的草业支撑现代化的农业；就是100年前的欧洲，如英国、比利时、瑞典、丹麦、法国、意大利等，也是以草业为平台实现了农业现代化的。他们都把草地和优良牧草看作是“绿色黄金”(英)、“上帝恩赐之物”(法)、“立国之本”(新西兰)、“绿色银行”(美)。

为什么我国的草地资源利用水平落后到如此地步呢？草业知名专家任继周、洪绂曾、李毓堂等分析认为：一是由于社会历史的原因，观念陈旧；二是不按规律办事，掠夺性开发；三是靠天养畜，生产经营方式落后；四是体制性、结构性矛盾突出；五是没有专门的国家管理草业的机构，管理不到位。目前我国草地资源优化管理开发水平比世界经济发达国家落后半个世纪以上。20世纪30年代以后，世界经济发达国家在社会发展战略、机构设置、投资预算和科教事业发展中都把草地资源的科学开发摆上重要位置。他们通过严格执法、围栏化保护、科学轮牧，合理利用，不断改良和大力兴建人工草场(占到草地总面积的30%～80%)，使草地生态和生产力达到很高水平。而我国对草业发展认识不足，草原保护与利用矛盾突出，长期投入不足，科技支撑不够，支持保障体系很不健全。我国北方草原家畜平均超载36%以上。草原生产能力下降，平均产草量较20世纪60年代初降低了1/3～2/3。全国90%以上的可利用草原不同程度地退化、沙化、盐渍化。自20世纪50年代以来，全国累计约2000万公顷被开垦，其中近50%撂荒成为裸地或沙地[4]。

钱老在与有关部门领导的接触中感到了问题的严重性。1989年1月，钱老在给国务院领导同志的信中谈了自己的担忧和扭转局面的建议：“不久前原农业部副部长、老农业科学家杨显东对我说‘60亿亩草原草地比耕地大四倍，是我国极大的一笔财富；可惜现在已沙化20亿亩，如不大力拯救利用，是我们的罪过。’”钱老认为管理好草原是“社会主义中国的一件大事”，要有专门的国家管理机构，“不能放在眼前工作十分繁忙的国家农业部去管”。钱老预言“将来到21世纪，国家会有草业部”。[5]

很多人认为，中国人重粮轻草，主张素食，是几千年的传统使然。其实在中国农耕为主的黄河文化、长江文化之外，还有爱草重畜、崇尚自然的草原文化，三者共同构成了中华文明的主源。中华民族的祖先既有神农氏，又有伏羲氏。其中伏羲氏就是“畜牧之神”，驯养五畜离不开草。“农业之神”神农氏曾经“遍尝百草，而后知五谷可食”，“日遇七十二毒，得茶而解之”，茶也是草，都说明我们的先人十分重视草。汉字写成的《神农本草》就是我国战国时代的第一部药物学。三千年前我们的先人仓颉造字时，繁体字“華”是草字头。中华民族把草顶在头上，这是何等根深蒂固、源远流长的草崇拜！反映审美观念的“美”字是由“羊”字和“大”字构成，认为“羊大为美”，也说明先人对草和食草动物的偏爱。古代牛用来祭牲，羊代表吉祥。号称“亚圣”(孔子是圣人)的孟子就说过，在春秋时代“五十可以衣帛，七十可以食肉”。即年过半百才可以

"穿好的"——帛，古稀之年才可以"吃好的"——肉。不是中国人生来素食，而是农业收成不稳，生活艰难，"劳力者"只能"乐岁终身饱，凶年免于死亡"而已。[6]只是从渔猎、游牧时代进入农耕时代，"天涯何处无芳草"变为"斩草除根"，对草的鄙视才逐步发展为对畜牧业的轻视。农业精耕细作，牧业只取不予，使草原的比较优势丧失殆尽。

1988 年 2 月，钱学森先生发现有份内部材料上写着"我国人民吃肉不能靠草原"。理由是新中国成立"三十年来的统计数字说明，草原畜牧太困难，不如在农区搞肉吃"，继续大养其猪。钱老对此种说法很不以为然："照此说法，我们讲的草产业就走不通了。我看说这种话的人是目光短浅，看不到现代科学技术的强大威力，草原就不能进入良性循环吗？"[7]

钱老认为，"广大干部受历史发展的限制，总以为草原是取之于自然的，天经地义，用不着去经营，也不愿去经营。加之草原属国家所有，即全民所有，怎样才能同牧民的畜牧承包制结合起来，做到草畜经营统一，这一问题长期未能解决，因此牧民的积极性调动不起来"。"在内蒙古牧区推行了草场划分到户（组）提取草原管理费、牲畜作价归户适当提留的生产责任制，也就是草畜经营统一的生产责任制。这个认识问题现在终于得到解决"。[8]

2002 年 12 月 18 日，钱老在给内蒙古沙产业、草产业协会领导杨利民、夏日同志的信中深刻地指出："江泽民同志在十六大报告中讲到西部大开发问题时提出'积极发展有特色的优势产业'。内蒙古的优势产业是什么？我认为就是沙产业和草产业，这是内蒙古新的经济增长点。只要内蒙古的同志紧紧抓住了这两大产业，真正建设成知识密集型的沙产业和草产业，内蒙古的社会主义现代化建设就会迈上一个新的台阶，内蒙古的生态环境也会得到改善。"[9]

二　草产业就是草业系统工程，变生物转化链为资源增值链

钱老倡导的草产业"是以我国北方大面积草原为基础，以种草、牧草开始，用动物转化，多层次深度加工，包括食品工业、生物化工等综合利用的知识密集型产业"，是利用阳光、通过生物、依靠科技、延伸链条、面向市场、创造财富的草业系统工程，又称知识密集型的草产业。而"草业系统工程实际是草产业的组织、经营、管理的学问"。[7]

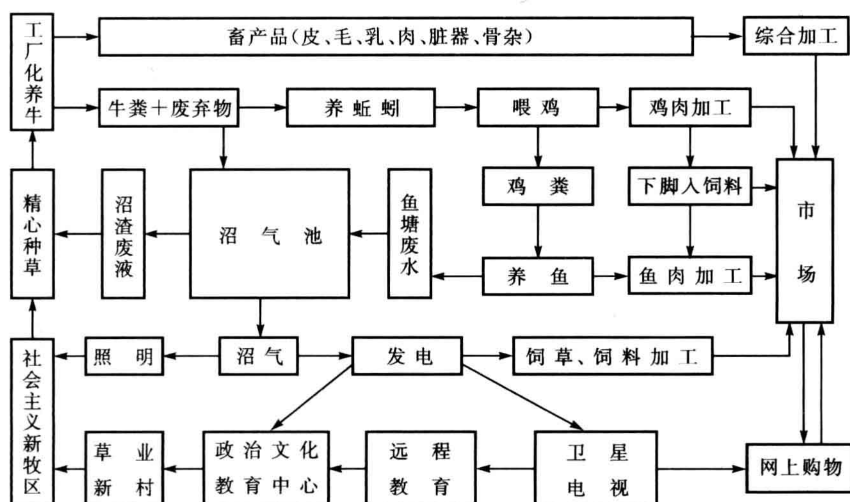
钱老 1984 年就指出："怎样利用现代科学技术发展草业？还得从利用太阳光这一能源做起，搞好光合作用，也就是要精心种草，让草原生长出大量优质、高营养的牧草。"这第一阶段可以称为是通过阳光，把二氧化碳、水、叶绿素转化为植物蛋白的"过光转化"过程。钱老说，"太阳光是一个强大的能源，在我国的地面上，每平方厘米每年有 120～200 大卡的能量，也就是每亩每年接受太阳的能量相当于 114～190 吨标准煤"；"限于水和肥料的供应，限于光合作用必需的二氧化碳在大气中的浓度，限于植物本身的能力，上述巨大太阳光能只有很小一部分转变为植物产品。这个比例不到百分之一，常常只有千分之一"。"就是变成植物产品了，光合作用生产的产品，人也不能全部直接利用。就以粮食作物来说，籽实在干产品中占不到一半，其他百分之六十是秸秆"。[10]而通过饲料作物和牧草喂养牲畜转化，情况就好得多：牲畜把草变为乳、肉、皮、毛、绒、内脏、骨杂的过程，就是通过消化器官把植物蛋白变为动物蛋白的"过腹转化"过程，这是第二阶段。把动物蛋白经过现代设备"流水线式的生产"和科学管理进行初加工、深加工、精加工的"过机（器）转化"过程，是第三阶段，得到食品、药品、纺织品等合格商品。商品通过市场营销网络、全程服务、品牌打造，形成核心竞争力，变为"增了值的货币"（马克思语），则是个"过市（场）转化"的过程，属第四阶段。上述"四过转化"是草产业"绿化—转化—产

业化”流程中的关键环节。构成了“高效益的”,“草畜工贸四结合”的,以工农衔接、城乡一体、上中下游关联为特征面向市场的、现代化的完整的产业体系,类似于“种养加”、“产供销”高度综合的“龙型经济”。

钱老强调:“草产业的概念不仅是开发草原、种草,还包括饲料加工、养畜、畜产加工。最后一块也含毛纺织工业。”[7]钱老1992年1月1日收到李毓堂研究员《草业系统工程的理论与模式》的研究报告后,回信说:“知识密集型的草产业可否用一句话来概括?即:这个草产业要最有效地把草原、草地上的太阳光能,首先通过植物,然后动物的转化,再加水资源、能源及其他工业材料的投入,最后产出的是直接上市场零售的商品。所以是草业加深度加工业。”钱老在给多位专家的信中讲了深加工的类型,如,“日本人曾发现,把畜类的骨头磨成粉浆,可以制成‘骨头豆腐’,既营养,又可口”;“充分利用农牧产品,也可开设制革厂”;“将肉食制成塑料袋装直接上市,畜脏可提药者直接制药,下脚入饲料”,强调“这样才是草产业,经济效益一定很高”。[7]

钱老看到王明昶研究员的专著《草业系统工程理论与应用研究》后,欣慰地说:“利用系统工程的草产业,实是以草原为基地的草、牧、畜加工、饲料工业、畜产制药,以至皮革制品,商贸的综合性产业体系,所以要用系统工程来组织经营。”“这样草业系统工程理论与应用研究在一起步就应考虑:根据全部科学技术成果,有什么可以为草业系统工程利用的?眼光放开,‘种’如何改进?‘养’如何改进?‘加’如何改进?‘产、供、销’如何改进?只有这样才能考虑到下个世纪实现第六次产业革命的宏图。”[7]

钱老在《草原、草业和新技术革命》的专论中,详细论证了如何用现代科学技术和现代市场观念将草原生物转化链转变为资源增值链。他用系统工程的思想,勾画出了面向未来、极有创意的新结构图。如从精心种草、饲料加工、工厂化饲养、畜产品综合加工,到利用畜粪种蘑菇、养蚯蚓、沼气发电、残渣养鱼、废液还田;从草业综合生产基地、定居点、现代“草业新村”(即小城镇),到县域经济、通讯电视、政治文化教育中心;从中长期规划到分步实施;从综合利用到人与自然、社会和谐发展,都是珠联璧合的整体设计。(见附图一:钱学森草业系统工程示意图)



附图一 钱学森草业系统工程示意图(赫松伟 绘)

实践证明,钱老1984年关于内蒙古牧区草业系统工程的论述,是具有中国特色自主知识

产权的有全球眼光、战略思考、系统分析的第六次产业革命理论的重要组成部分。它围绕一个“省”字,走资源节约再生的循环经济之路;突出一个“链”字,走“农工贸一体化”、“草、畜、工、贸四结合”的龙型生态经济之路;强调一个“转”字,坚持“一层接一层,一环扣一环”,走新型的涉农的工业化的集约经营之路;追求一个“增”字,走技术创新、成果集群、系统耦合、文化衔接、效益叠加的知识经济之路。

三 遵循西部特殊规律,科学破解“三农”问题

2000年3月28日,钱学森先生给中央领导同志的信中谈了他对西部科学开发的建议,重点是用草产业、沙产业的新思路破解“三农”、“三牧”问题,用科学技术帮助农村、牧区的人民早日富裕起来。

钱老说,他过去在搞“两弹一星”试验时,常去西北地区(包括甘肃、新疆、内蒙古等)出差,对那里的自然条件、生态环境、经济发展和人民生活的状况是了解的。他认为新中国成立以来,我们已经搞过两次西部大开发,成绩不小,但不尽如人意的地方也有,值得认真反思。他说:“据我所知,解放后西部地区曾有过两次大的建设,一次是(上个世纪)50年代,苏联援建156个项目时,有些重大项目建在西部和西北地区;另一次是60～70年代的三线建设。这两次建设无论从资金的投入、科技的含量,还是从人才的荟萃等方面来看,其水平和力度都是相当可观的。这些建设推动了西部的发展,但并未从根本上改变西部地区的落后状况。究其原因,我认为是这些建设并未和西部的经济基础,即农业的发展结合起来。所以,其结果是少数工业项目上去了,但广大农村的广大人民仍然是贫穷落后的。所以我感到,西部的开发虽然是全面的、综合的,但仍然要以农业的发展为基础。只有这样,才能从根本上改变西部地区的贫穷落后状态,也才能改变西部地区的生态环境。”[11]

我国西部的三农问题,说到底,是农业如何增加效益,农民如何增加收入,农区、半农半牧区和牧区如何稳定的问题。边疆安才能国家安。国家长治久安靠的是农民、牧民安居乐业。钱老早在1993年11月,就在给原甘肃省副省长、后中国科协副主席刘恕的信中说过:“因为中国西半部有众多的少数民族,他们同亚洲西部、亚洲东南部国家的居民有共同语言、文化传统,一旦中国西半部的社会主义建设搞好了,对他们必定有重大影响。这是世界社会主义的大问题!”[7]西部是我国大江、大河的源头,也是沙尘暴的主要源头。西部范围主要是边疆地区、民族地区和贫困地区。西部大开发,要解决的是东西部发展的不平衡。生态是重点,沙漠化防治是难点,牧区、沙区少数民族群众早日脱贫致富是焦点,突破口是产业化,发展草产业、沙产业是最现实的科学的选择。

钱老说:“要搞好西部的农业,我想也应该有新的思路。因为西部,特别是西北部地区,其自然条件与东部和中部地区有很大差别。所以不能用东部和中部搞农业的传统办法和常规手段去抓西部农业,将来的西部农业也不可能是现在东部农业的翻版。”科学的发展观一是要按规律办事,二是要从实际出发,三是要保护环境,四是要以人为本。怎样才能使西北地区的农业走出困境?钱老说,西北地区是大片戈壁沙漠,大约有16亿亩,和我国农田面积差不多。戈壁沙漠干旱少雨,但干旱少雨的另一面是阳光充沛,这是西北地区农业发展的不利和有利条件。问题是我们过去对不利条件看得重,故侧重于“治理”,搞植树防沙、堵沙等。这是对的,也有成绩,但有点消极。对阳光充沛这样的有利条件,则没有注意从积极的方面去利用和开发。

1984 年，老科学家基于对高科技农产业的理解，结合西北地区的特殊情况，提出了在我国西北地区要建设沙产业、草产业的观点。他说："我相信，我国的畜牧业将会有一个大发展，为全国人民提供丰盛的肉蛋白。这就是我提出草产业的指导思想。"[11]

1984 年 6 月钱老就对内蒙古自治区带头抓草产业寄予厚望。他在《草原、草业和新技术革命》一文中指出，内蒙古有 13 亿亩草原，如果"下决心抓草业"，"可是件大事"。因为"农田少，大约才七千万亩，而草原面积却是农田面积的十八倍还多，所以草业的产值完全可以大大超出农业的产值。一旦内蒙古带好这个头，全国的草原利用好了，草业兴旺发达起来，它对国家的贡献不会小于农业"。[12]

1994 年，内蒙古半农半牧区的乌兰察布市响应钱老号召，在深刻总结多年来单纯生产粮食经验教训的基础上，冲破旧的思想观念束缚，提出了"进一退二还三"的化解三农问题的新的发展方略，即建设一亩水浇地，退两亩旱作坡耕地，还林还草还牧。从 1994 年至 2000 年，共退耕 1200 万亩。同时，充分利用灌木林和牧草优势，大力发展舍饲畜牧业。试验六年，在耕地缩减 1/2 的情况下，粮食总产从 6.4 亿公斤增加到 11.5 亿公斤；人均占有粮食由 1994 年的 250 公斤增加到 600 公斤；牲畜头数从 380 多万头（只）增加到 1200 万头（只），农牧民人均纯收入从 745 元增加到 1838 元，农牧业生产由广种薄收、粗放经营走向了精种高产、集约经营。他们"为养殖而种，为出售而养"的结构调整、大胆改革、政策创新，为后来中央实行的"退耕还林还草"工程提供了经验。一是推动了农牧业生产经营方式的转变，实现了精种、精养、高产、高效。二是推动了产业结构优化调整。通过退耕还林还草工程，发展了农区畜牧业、草产业、林产业及相关的加工业。三是促进了农村剩余劳动力的转化就业，规定补助期 8 年，给部分离开土地的农民提供了极可贵的缓冲期，为他们向二、三产业转移打下了基础。四是树立了科学发展观，有了以人为本、产业扶贫、科技兴农、生态生计兼顾的新思路和自信心。[13]

人们越来越深刻地感到，"人民科学家"钱学森先生一生的追求是八个字：志在强国，心在富民。他不但为"两弹一星"事业做出了巨大贡献，而且以战略思考指导着第三次西部大开发的科学进行。钱老说："我们在 21 世纪实施西部大开发战略，自然起点要高。所以我提出的林产业、沙产业和草产业，都强调是知识密集型的，要把现代科学技术，包括生物技术、信息技术都用上。而且一开始就搞产业化，形成'生产、加工和销售一条龙'，并注意综合利用。这种高技术产业化的农业，实际上已和工业及经贸、服务等第三产业结合起来了，所以可以做到对农业生产实行工厂化管理。由此发展起来的小城镇，已大大缩小了工农之间以及城乡之间的差距。"[11]

党的十六大把增强可持续发展能力、改善生态环境、提高资源利用效率、促进人与自然和谐发展，作为全面建设小康社会的重要标准。钱老产业化、工业化、城市化"三化互动"的思想，逐步得到有关部门及高层的理解和认可。钱老离开一线工作后，密切关注着我国西部民族地区破解"三农"、"三牧"问题的草产业雏形的涌现和成长，验证和完善着自己提出的知识密集型的草产业理论和相关设计。

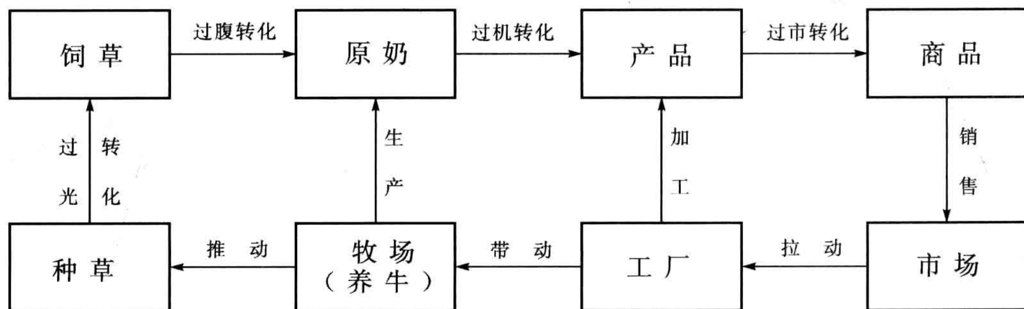
钱老 1995 年 8 月深有感触地说，"我注意到近日来报刊对治沙有不少消息：一方面有人民中的实干家，另一方面有地方政府中的积极领导干部"，两者"结合"了，草产业和沙产业就"启动"了，"在内蒙古自治区已有好几处治沙有成绩"，要"推动他们"向草产业、沙产业发展。[7]

地处鄂尔多斯高原黄河南岸、库布其沙漠东缘的内蒙古东达蒙古王集团，响应钱老号召，在高耐旱、高耐寒、高抗逆的沙生灌木林——沙柳基地内推广立体种植，推行灌木、牧草间作；

开辟工业用途，创新“沙柳制浆配抄涂面箱板纸”工艺，做到了沙柳产业化的综合利用，兼顾了生态、造纸、环保、扶贫。2001 年 5 月 30 日，钱老看到集团总裁赵永亮和笔者的专题报告后，高兴地说：“我认为内蒙古东达蒙古王集团是在从事一项伟大的事业——将林、草、沙三业结合起来，开创我国西北沙区 21 世纪的大农业！而且实现了农工贸一体化的产业链，达到沙漠增绿，农牧民增收，企业增效的良性循环。我向您们表示祝贺，并预祝您们今后取得更大成就！”[12]

四　由理论创新到科学决策，抓好“西部 21 世纪的大事”

为了推动内蒙古自治区在我国草产业发展上走进前列，1984 年 6 月以来，钱老通过多次书信，指导内蒙古自治区带头抓草产业“建设试点”，认为“先从奶、肉、毛、绒四个类型做起很好”。[7]据内蒙古自治区政府发展生态畜牧业调查组报告，在伊利、蒙牛和北京三元、上海光明乳业等龙头企业的带动下，已形成以呼和浩特市、包头市、呼伦贝尔市为中心的 50 万头高产奶牛养殖基地；在草原兴发、科尔沁等龙头企业的带动下，已形成通辽市、赤峰市肉牛育肥养殖基地；在小肥羊、小尾羊等龙头企业的带动下，正形成锡林郭勒盟、兴安盟、呼和浩特市、巴彦淖尔市农牧交错区的 1000 万只育肥肉羊基地；在鄂尔多斯、鹿王、维信等知名企业的带动下，已形成鄂尔多斯市、巴彦淖尔市、阿拉善盟绒山羊基地；在亿利资源、伊泰生物高科等龙头企业的带动下，已形成鄂尔多斯市 200 万亩药用甘草基地；在宇航人高科技公司等龙头企业的带动下，已形成呼和浩特市 100 万亩沙棘原料基地等。这些都卓有成效地辐射带动了周围广大农村牧区的经济发展。[14]其中伊利、蒙牛两大乳品企业 2005 年加工乳品已占全国的 1/4，年销售收入 200 亿元，也占全国乳业销售收入的 1/4，双双托起了内蒙古自治区首府呼和浩特“中国乳都”的辉煌。伊利、蒙牛已跃居中国乳品企业的龙头老大和老二，前者规模最大，后者速度最快，都是股票上市公司、中国驰名商标，都创造了十个以上的“中国第一”。呼和浩特市领导说：“乳业已成为呼和浩特市的支柱产业，两大龙头企业不但为呼和浩特市贡献了 1/3 的国民生产总值，行业同比连续数年居全国 37 个大中城市之首；而且直接、间接创造就业岗位，帮助 50 万户农牧民脱贫致富，人均增加收入近千元。”[15]（见附图二：内蒙古蒙牛集团草产业链示意图）



附图二　内蒙古蒙牛集团草产业链示意图（卢俊 绘）

中共中央总书记、国家主席胡锦涛 2003 年 1 月 2 日视察蒙牛乳业集团通辽分公司时说：“内蒙古 13 亿亩草场，中国人均一亩，河套平原、西辽平原各拥有 800 万亩水浇地，退耕还草。

这既有资源优势，又有市场需求，还有这样的龙头企业，何愁不能全面达小康！”[16] 2006 年 4 月 23 日国务院总理温家宝给重庆草产业企业留言：“我有一个梦，让每个中国人，首先是孩子，每人每天喝一斤牛奶。”6 月 2 日在内蒙古听伊利、蒙牛两大企业汇报，对“实现全民族‘每天一斤奶’的目标，迎接中国乳业第二个春天”的提法很感兴趣。[17]

内蒙古自治区现在正实现着“三个历史过渡”：一是从游牧业向定居畜牧业过渡；二是由自给自足的自然经济向商品经济过渡；三是由靠天养畜向建设养畜、科学养畜过渡。半农半牧区和农区正在由自然放牧向舍饲轮牧转变，由种、养分离向种、养结合转变，由输出原料向输出成品转变。上下已形成了共识：只有由数量增长型向质量效益型转变，由饲草业、草坪业为行业目标向“草畜工贸四结合”、“种养加销一条龙”的产业目标转变，才是我国北方大草原重振历史雄风、创造时代辉煌的根本出路。

在换一种思维认识草原、草业、草产业时，只要变对抗为兼容，变单一为多样，变“输血”为“造血”，信心就显著提高了；生存动力、政策动力、市场动力三结合，效益就显著提高了。内蒙古草产业的健康发展表现为区域化布局明显，专业化实力增强，生产经营的集约化程度明显提高。畜牧业综合生产水平已稳居全国五大牧区之首。牛奶 2001 年产量占全国的 10.15%，居第三位；到 2005 年产量占全国的 20%，已跃居第一位。与 20 年前相比，内蒙古自治区牲畜数量仅增 0.7 倍，但肉类总产量增加 6.2 倍。羊绒稳居全国第一位，“鄂尔多斯羊绒衫温暖全世界”的广告词已家喻户晓。草地生产率、劳动生产率和牲畜的群体出栏率、个体生产力都显著提高，畜牧业产值占全区农林牧渔总产值的比重已达 38.9%。全区农村牧区规模养殖户 23 万户，产肉占全区总产量的 33.5%，产奶占 28.3%，产毛占 26.4%，说明农牧民向养殖的集约化、规模化发展的步伐加快。[14]

内蒙古的草产业发展已出现了“八大变化”：一是由专家试点到农牧民实践，二是由农牧民个体经营到龙头企业带动，三是由资源简单转化到产业链延伸，四是从小基地示范到大集团加盟，五是从产业营销到名牌打造，六是从名不见经传到企业家军团出现及民营企业家挑大梁，七是从实物运营到资本运营及国际财团直接融资，八是由分散活动到内蒙古沙产业、草产业协会等行业组织发挥中介作用，以组织化保证产业化。

从 1984 年钱老应约给《内蒙古日报》发表专论，希望内蒙古在草产业的推动上给全国带头，到 2006 年 3 月，内蒙古自治区把“大力发展林产业、草产业、沙产业”列为重点，写进“十一五”规划，历时 22 年。[18] 这是对国情认识的升华，对西部认识的飞跃。它的示范作用必将进一步彰显出来。

既然沙产业、草产业作为“西部 21 世纪的一件大事”（钱学森给新华通讯社田聪明社长的信），立起了一座里程碑，那么我们有理由相信，一枝独秀终将唤来满园春色，钱学森先生第六次产业革命的曙光必将普照中华大地！

参考文献：

[1] 袁明铎，郝诚之. 名人眼中的内蒙古[M]. 内蒙古人民出版社，1999：154－184.

[2] 李毓堂. 草业——富国强民的新兴产业[M]. 宁夏人民出版社，1994：57－58.

[3] 钱学森. 草原、草业和新技术革命[N]. 人民日报，1985－3－7.

[4] 中国草业可持续发展战略研究取得重要成果[J]. 中国农业信息，2006(6)：4－5.

[5] 北京大学现代科学与哲学研究中心. 钱学森与现代科学技术[M]. 人民出版社，2001：443－444.

[6] 黄仁宇.中国大历史[M].生活·读书·新知三联书店,1997:13.

[7] 刘恕,涂元季.钱学森论第六次产业革命通信集[M].中国环境科学出版社,2001.

[8] 钱学森.中国的草业产业[J].政协经济论坛,2001(3):50.

[9] 郝诚之.对钱学森沙产业、草产业理论的经济学思考//瀚海凭栏——郝诚之作品集.内蒙古人民出版社,2003:383-384.

[10] 智慧的钥匙——钱学森论系统科学[M].上海交通大学出版社,2005:260.

[11] 涂元季.人民科学家钱学森[M].上海交通大学出版社,2000:187-188.

[12] 九十华诞钱学森[M].上海交通大学出版社,2001:283-284.

[13] 内蒙古林业厅.实施退耕还林还草工程是搞好西部生态建设基础[C]//2004中国西部发展论坛论文集.2004:122-123.

[14] 内蒙古自治区政府发展生态畜牧业调查组报告.

[15] 呼和浩特市2005年乳业兴市经验介绍材料.

[16] 胡锦涛总书记视察内蒙古蒙牛集团期间与政协委员牛根生的谈话[J].政协经济论坛,2004(1):5.

[17] 蒙牛足迹[J],2006(21).

[18] 内蒙古自治区国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要[N].内蒙古日报,2006-3-10(11).

深 切 缅 怀

钱学森先生为草业科学开辟了一条新路

任继周

一　里程碑性质的贡献

科学家难得，科学战略家尤其难得。钱学森先生以科学战略家的眼光为草业科学打开了一条新路。我作为草业科学工作者，抱着崇敬而感激的心情，来说说自己的感受。

农业大学里有一个学科，称为草原学。传统理解为："草原学(grassland science, rangeland science)探讨草原资源的存在特征，草原发生与发展的规律及其开发利用的理论和技术，是农业科学的一个分支"[1]。这里说的农业，显然是指的大农业。

这个定义说草原学是大农业科学的一个分支，但传统上把它作为农业中的畜牧科学的一个二级分支。例如上述的草原学这个词条就是列在《中国农业百科全书》的畜牧卷里。我国大学的学科系统中，也是把草原学列为畜牧科学内的二级学科。

但是遇到一个难以解决的问题，经济水平发展到现在的状况，这个学科所面临的任务，或者说它的内涵，是从草地的生境(大气、土地等自然因素)开始，到草地，到家畜，到产品，到市场流程，这是一个很长的产业系统，它的流程在农业学科各个分支中可能是最长的了。这是一个社会生产系统，而不是单纯资源性的自然再生产。

这就是说，草原学处于大脚穿小鞋的尴尬境地。草业科学的内涵超出了上述草原学的传统界限。因此，许多年来，学界酝酿着学科如何改一个更适当的名称，使它符合科学实际，也符合生产实际。这个问题很长一段时间没有得到解决。钱学森先生提出"草业"的概念，这个问题就豁然贯通了。

钱学森先生于1984年提出密集型草产业的问题(内蒙古日报，1984-06-28，4版)。一年以后，又对草业作了进一步的诠释："什么是知识密集型的草产业？我的意思是：以草原为基础，利用日光能量合成牧草，然后用牧草通过家畜，通过生物，再通过化工、机械手段，创造物质财富的产业"(1985年6月24日在民族文化宫座谈会上的发言记录)。这里明确指出草业不是传统认识的资源性的自然再生产，而是一个完整的行业。它包含从日光能，到牧草等饲用植物，再到动物生产，再到产品的加工流通等全部生产流程，也是产业化过程。他更具体地说："草产业的概念不仅是开发草原、种草，还包括饲料加工、养畜、畜产品加工。最后一项也含毛纺织工业"(钱学森，1990年9月17信)。

就在这次会上钱学森先生也提到了农区草业和林区草业，对它们也寄予很大的希望。钱学森先生的草业概念，虽然是肇始于天然草原区，但没有忽视农区和林区的草业。做为一个草

产业，将不同地区的同一性质的产业，以它特殊共性概括为一个完整的科学和生产范畴，就是今天我们所说的草业，它包含草原区的草业，农区的草业和林区的草业。我想这是钱学森先生对他最初提出草产业的发展。

如今大学的草业科学就是按照这样一个范畴建立起来的。从此，经过大家议论，把大学的"草原学科"就改为"草业学科"。1999 年国家大幅度调整学科系统，大量合并学科门类，扩大学科领域，把 500 多个学科一下子减少到 250 来个学科。而这时却把草业学科从二级学科上升为一级学科。那就是说，草业已取得了与农业、林业并列的席位。

这应该归功于钱学森先生适应时代要求，满足科学和生产发展的需要，及时提出草产业的概念。从而为草业科学提出新的发展领域。

这得从一个故事说起。就是上面提到的那次民族文化宫草业座谈会上，我有幸与钱学森先生邻座，会上他问我："我数了数，林业有 16 个产业部门，草业有多少?"把我问住了，我说不清楚。这是一道难题。搞草业，却说不清草业的内涵行吗？当然钱老就草业的性质已经有了基本的界说，但如何在具体内容上加以充实，就是我们草业科学工作者的事了。

怎样回答钱老出的这道难题？对于新型的草业，一时难以提出具体产业项目，因为在产业中它还没有充分发育成熟。但就它的范畴来看，还是有轨可寻的。后来草业学界经过一年多的思考、研究，提出了草业应包括 4 个生产层次，这就是前植物生产层（自然保护区、水土保持区、风景区，以及城乡绿地、草坪运动场等，即不以生产植物、动物产品为目的，以其景观价值贡献社会。也不妨称之为景观层）；植物生产层（牧草、各类作物、花卉、林木等，光合作用产生有机物的生态——生产行为）；动物生产层（动物及动物产品）；还有外生物生产层（产品的加工、流通等）。这个产业系统提出以后，得到大家的认可，使草业具体化了。草业科学有了自己的体系，草业科学专业，已经在全国 10 所大学设立并招生。草业学科出版了作为中级读物的《草业科学》杂志和高级刊物《草业学报》作为学科交流的园地，还出版了《草业科学研究方法》一书，提供了初步的草业科学研究的方法论。这一切应该归功于钱学森先生的战略性指引。

要落实草业的四个生产层次，必需有示范区。钱老不只一次地强调示范区和产业化的重要性（钱学森，1992 年 8 月 29 日信，1995 年 3 月 19 日信，1996 年 1 月 6 日信）。

钱老在 1992 年全国草原学会上有一个发言[2]，把草业的发展划分为四个阶段，每一个阶段都举出它的代表性著作。最后一个阶段草业的代表性著作就是钱学森先生有关草业的论述。可以说，钱学森先生对于草业科学的贡献是里程碑性质的。

二　严谨的治学精神

钱老是高瞻远瞩的科学战略家，是大家公认的。但是他的平易近人，细心踏实，也是令人叹服的。

举几个例子。

例一，学会有一篇给领导的建议，钱老阅后提出"第一页的 5.6%应为 5.7%，58%应为 57%"（1986 年 11 月 28 日来信）。

例二，"经您审阅的贵刊 1994 年 3 期 1 页文中，17.81 km^2 恐有误！"（钱学森，1986 年 11 月 28 日来信）。经查证，果然应为80000 km^2。误差如此之大，真是粗心之至！

第二个例子由于误差太大，有悖于常理，看出来还容易理解了。第一个例子，以钱老这样

的忙人，居然能看出这样细微的数字错误，不能不令人叹服。

再举一个例子，可以看出钱老在科学问题上的执著。在英文中没有与草业相当的词，如何按照草业的原本涵义，给草业取一个英文名称，是个难题。于是就此请教钱老。钱老考虑周详，认为应该取一个拉丁词，可以赋予新意而不会与人雷同，也不至引起歧解。钱老提了两个词，以供选择。一是“Prataculture”，一是“Praticulture”。我对拉丁文不甚了解，虽然早年学过，但不曾像分类学家那样真正使用过，不敢定夺，于是请教熟悉拉丁文的人，他们认为植物学界通常使用“prata -”字头，表示草本的意思。我就选择了第一个，写信告诉钱老，将“PratacultureScience”定为草业科学的英译名，并且作为刊物的英文名称，出版发行。这份刊物引起国际上的注意，进入英国的CAB检索系统，传播到世界各地。过了一年多，钱老来信说应该用“Praticulture”，不用“Prataculture”。其它四业的英文名称则是：农业，Agriculture；林业，Arboriculture；海业，Mariniculture；沙业，Deserticulture（钱学森，1994年7月31日信）。但这时Prataculture已经正式出版发行多时，并被收录于CAB检索系统，为国外部分同行所采用，更改将带来许多不便。为此，我给钱老回信说，看来语言文字一旦进入社会，它已经不属于我们了。钱老回信说：“您对草业的外文的译名的意见我同意，就不再变动了。将来也就说：任继周教授为草业起了个外文名称。以此载入史册”（钱学森，1994年7月31日信）。这个命名权当然还是钱老的，我不敢僭越。但钱老来信的意思是说同意我的不改动的意见，但Prataculture这个词，还是持保留态度的。既严肃地坚持意见，又礼貌地尊重别人。这件小事，也可以窥见钱老的科学家的谦逊、严谨风格。我写这一段的意思是想说明，如果这个译名有什么不妥，责任在我。

三　关怀、遗憾与信心

钱学森先生对草业的关怀是很深的。关于草业他在不停地思索。例如，有人向他征求关于“十五”草业规划的意见，他说得很具体：“一定要有草产业的试验示范点，可以设三个：北方草原一个，北方山地草地一个，南方山地草地一个。”（钱学森，1991年9月2日信）

有人对内蒙草业系统工程试点征求他的意见，钱老详细地写了7条：“1.要逐步发展人工种草、施肥；2.要逐步搞牧草收割，运到饲料加工厂加工；3.大力发展饲料加工，现在全自治区饲料加工有发展，已将近每年约二亿斤，但还不够，全区将来应是数亿吨；4.要逐步实现集中工厂饲养；5.综合深度加工；6.草业要包括多种饲养业，如微生物（单细胞蛋白）；7.运用系统工程搞好复杂的管理”（钱学森，1986年1月1日信）。

由于钱老考虑草业问题如此细致，对目前的管理水平深感不足。全国诺大的草原，只在农业部畜牧兽医司内部设了一个草原处，这个处人力最少的时候只有4个人。因此，他多次建议要在国务院内部成立草业局。给国务院某一领导同志的信中说：“45亿亩的事业要用几十年的艰苦努力，不能放在眼前工作十分繁重的国家农业部去管。我建议国务院考虑设国家草业局，专管草原与草滩。将来到21世纪，国家会设草业部”（钱学森，1989年1月24日信）。钱老在许多场合都坚定地提出，要在国务院设立草业局，给我的和给其他人的信中也多次提到在国务院内设立草业局。

但至今，已经进入21世纪了，不但草业部未能实现，连草业局也还不见踪影。这不能不说是一种遗憾。

钱老的时间很宝贵，但对有关草业关怀备至，几乎有问必答，有信必复。因此，我也经常去信向钱老请教。钱老也常给我来信并把有关材料转给我。信是亲笔，字迹工整，也很详尽。从与钱老的通信中，不但得到许多启发和教益，也学到了钱老平易近人，一丝不苟的风格。因此，我也就经常与钱老通信。直到在 1992 年的一次在友谊宾馆召开会议上，走进电梯时，我问钱老，有没有可能参加一个与草业有关的会议，他说要少参加一些活动，“已经 80 岁了！”这句话在我的心上重重地一击，当时的语气和神态我终生难忘。钱老已经 80 岁了！时间不容浪费。从此以后，我很少给钱老写信，即使年节的问候也一律省略，以免分散他的精力，使他集中有限的时间和精力用在更重要的地方。但在这有限的通信中，他几次问到，如华西村那样，草业致富的事例有没有？到目前为止，我还没有发现草业致富达到华西村那样的例子。本来我暗暗设想，改革开放 20 周年时，能拿出一两个草业致富的事例，作为向党的献礼，也是向钱学森先生交的答卷。但很惭愧，也很内疚，我们处在这样一个国运昌盛，经济建设一日千里的伟大时代，直到现在我们竟无法拿出一两个草业致富像华西村那样的事例，以安慰钱老的殷切企盼。我想钱老在对草业关心的同时，也许还有少许遗憾。这就是从全国层面来说，国家对草业的管理还没有适应时代的要求；从基层来说，我国还没有出现草业的华西村。

但是，钱老对草业一直是信心百倍地展望未来，在他给草业协会成立大会的祝贺信中说：“所以草业协会要大力宣传知识密集型草产业即第六次产业革命的光辉前途，要看到 21 世纪！光明的未来！”（钱学森，1992 年 1 月 1 日信）

欣逢钱老 90 华诞，写了上面一些感受，以此表示衷心祝贺之意，也是表达草业工作者对钱老的衷心感激之情。钱老这位科学大师，博大精深，对于我来说真是莫测高深。何况我与钱老接触不多，而且只限于草业方面。只能写出这些肤浅的体会，与我草业界同仁共勉。

参考文献：

[1] 任继周. 中国农业百科全书(畜牧卷，上)[M]. 北京：中国农业出版社，1996.

[2] 任继周，胡自治，张自和. 草业科学研究的现状与展望[J]. 国外畜牧业——草原与牧草. 1993，(2)：1-8.

难 忘 的 教 诲

刘 恕

适逢钱学森先生诞辰99周年,人们再一次缅怀这位人民科学家的杰出贡献和高尚品德。我的记忆闸门不由自主地打开,回忆起先生的教诲。回忆是难忘的缅怀,回忆是重温先生卓越的见地和理论论述,回忆对自己更是鞭策和激励。

我在求学时,自愿选择了沙漠治理专业,1959年为了搜集论文资料,在中亚的卡拉库姆、克孜尔库姆中开始了与沙漠打交道的生涯。四十多年,在与沙漠打交道过程中,有幸接受过许多教育和帮助,其中钱学森先生对我的言传身教,包括通信指导,有着特殊的影响和作用。

一 钱学森先生带有诙谐又自谦的赠言,令人振聋发聩;耳提面命、循循善诱指导我踏上致知沙产业,践行沙产业之路

1989年秋我由甘肃调入北京中国科协工作,当时我国著名的科学家钱学森担任中国科学技术协会的主席。由于工作之便,使自己有可能在每次中国科协主席办公例会上,聆听到主席们对各类学科发展睿智的见解。更由于自己在西北生活、工作多年,又是从事沙漠治理的科技人员,有机会在办公会后钱学森主席专就沙漠治理问题与我讨论。

1989年10月,在科协常委会通过我作为书记处成员后,我向主席报到。钱老在谈完工作后,以平等的身份、平和的心态与我交换了对他所倡导的沙产业的看法。当时对于沙产业这个新颖的理念,我还十分懵懂,不仅答非所问,同时还提出了不好理解的缘由。在交换意见中,钱学森这位对我国科学技术发展有杰出贡献的科学家,以平和的态度作出解释,使我感受到在科学问题讨论中,体现了真正意义上的"平权的争论"。讨论后钱老拿出了他在1984年5月和1984年12月发表的两篇论述《创建农业型知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》及《第六次产业革命和科学技术》送给我。在论文封面上,钱学森先生自谦而又诙谐地写上了"老旧货了,请您把它作为古董存着吧"。一段寓意深长的赠语。原来钱先生两篇论述中系统地回顾了人类文明的发展史,提出了"人认识客观事物进程有飞跃的时候,这个叫科学革命","人改造客观世界在技术上有大的进步、大的变革,叫技术革命","有了科学革命,有了技术革命,最后它直接作用到生产,就会引起生产关系、生产结构的变化。当这种变化从量变到质变,有了飞跃,这个时候就出现了产业革命"的论述。他系统梳理出产业革命的各次排序为:

第一次,农牧业的出现和兴起,大约公元前七八千年;

第二次，商业生产的出现和发展，大约公元前一千多年；

第三次，大工业生产，18世纪末19世纪初；

第四次，国家以至跨国大生产体系，19世纪末20世纪初；

第五次，电子计算机、信息组织起来的生产体系，即将到来的这一次产业革命；

第六次，高度知识和技术密集的大农业，农、工、商综合生产体系，可能出现于21世纪的中国。对于高度知识和技术密集大农业生产体系，钱先生予以着重论述。

农业型的产业是指像传统农业那样，以太阳为直接能源，靠地面上植物的光合作用来进行产品生产的体系。在生产过程中，“一方面要充分利用生物资源，包括植物、动物和微生物，另一方面又利用工业生产技术，也就是把全部现代科学技术，包括新的技术革命的成果，不但技术现代化，而且生产过程组织得很严密，一道一道工序配合得很紧密，是流水线式的生产。这就是农业型的知识密集产业。”他认为：“既然说是知识密集型的产业，那就要充分运用自然科学、社会科学、工程技术以及一切可以运用的知识来组织经营它。”钱学森先生认定，在地球表面，凡有阳光普照又有植物生长，便具备进行光合作用完成产品生产过程形成农业型产业。由于产业分布区域条件差异，高度知识技术密集的大农业生产体系分成农产业、林产业、草产业、沙产业及海产业。这是我第一次从先生论述中感受沙产业内涵远远超越我所熟知的沙漠治理的概念。原来被先生自称为“老旧货”的论述蕴含着深奥的教益，不由地为自己的无知而汗颜，同时定下决心好好学习领会。与钱先生谈话的第二天我收到了先生第一封亲笔信函，信中要我根据工作实际体会，写一篇建设社会主义沙产业的论文，明确指出“这（指沙产业——作者注）是社会主义建设大事，让沙漠为我们服务！”[1]将沙产业视为国家建设的大事，让沙漠为我们服务，这振聋发聩的语言，更进一步使人感到沙产业内涵有着非凡的意义。

时隔两月，同年12月28日上午钱老在他的办公室就重视地理学科建设和学风问题，以及科技人员学习马克思主义哲学的重要性作了详尽的指示。钱老谈完有关工作后，再一次谈到沙产业，特别谈到了他对沙产业概念的形成过程。他说，他在酒泉基地，看到部队挖甘草，就形成了一个概念，既然在干旱荒漠中有天然生成的植物，就是有可能形成另一种种植业，也就是说以太阳能为动力，通过光合作用的农业型产业可以在干旱荒漠地区形成。他解释说，农业型产业由于地域的差异，可分成不同的类型，像农业、林业、草业、海业和沙业，但当前海业、沙业类型未能得到发展的原因是由于农业型产业技术落后，使海洋农业型产业和干旱荒漠中农业型产业无法得到发展。他认为，当科学技术有突破性进展、综合利用可能性大大提高时，沙产业、海产业的价值会充分显示出来，整个农业型产业（包括农产业、林产业、草产业、海产业和沙产业）都成为知识密集型的产业了。这是在短短的两个月中，再一次听到钱老有关沙产业的亲自阐述。聆听过他深入浅出又语重心长的解释，加上阅读他的论述文章，使自己有种茅塞顿开的感觉。原来在钱老眼中，干旱荒漠的地理属性除人们熟知干旱缺水、多风少雨外，更能引起注意的是它具有充沛的阳光优势，应用人类不断创新的知识和技术，便能使它“为我们服务”。用辩证思维认识干旱荒漠，理解先生所倡导的沙产业是他预见性提出的即将迎来的新一次产业革命（钱老称之为第六次产业革命）中新的知识密集的产业类型。在新一次产业革命中，新技术革命的成果，应用到农业型产业体系，把农业变成一个高度知识密集、技术密集的产业体系，并实现生产工厂化。由于农业型产业既是以阳光为能源靠生物光合作用进行生产的体系，阳光充沛的干旱荒漠农业型产业必然会彰显出它的特殊价值。爱因斯坦在其《我的世界观》一书中曾写到：“每个人都有一定的理想，这种理想决定着他的努力和判断的方向。”经过先生的

谆谆指教，通过学习和思考，践行先生预见性的理念，转化成自己的理想，成为近20年来我努力的方向。

二 钱先生多次亲自阐述，使人明确沙产业概念，把握好探索实践沙产业的方向

钱学森先生有关第六次产业革命论述发表之后，引起了相关学术界的关注。特别是沙产业理念的出现，更使长期从事干旱区研究者以及长期工作、生活在西部干旱区的人士产生了极大的兴趣，开始议论钱学森先生论点。由于沙产业名称新颖而又陌生，当时对沙产业概念存有认识上的差异和不同的理解，概括有：

(1)将沙产业视为地域性的资源开发型的综合产业。在广阔沙区蕴藏着天然矿产资源，除煤、石油、天然气外，水晶石、莹石、盐、碱、芒硝等也具有开发的潜力。特别是由于沙区地势空旷，日照时间长，有风日几乎全年不断，太阳能、风能是沙漠地区丰富的能源及天然生物资源。以带有明显沙区资源烙印进行开发的行业视作沙产业，将沙产业可理解为沙区的综合资源开发产业。

(2)将沙产业视为沙丘沙物质开发产业，以为从事陆地沙、海岸沙、作硅沙工业应用及沙物质的建材利用等方面的实业就是沙产业。

(3)将沙产业概念狭义地局限为只是对沙漠天然生长、自然繁衍形成的灌木、半灌木和草本植物群落为主要开发利用对象并着眼于以企业为据点开拓出具有沙区特色的名、优、特产品，以增加社会新财富，活跃地方经济为目的。

(4)认为沙产业是防沙治沙的重要内容或沙产业即是通常的绿洲农业、沙地农业。

这些对沙产业概念理解上的差异，引起钱先生的重视，曾不止一次地亲自作出阐述。对于沙产业，钱先生首先告诫我们的是，要明确他所提出的沙产业是农业型产业。1991年春天，中国科协委托，中国林学会召开了首次沙产业学术研讨会。我把沙产业研讨会会议纪要送钱先生阅示后，收到了先生1991年6月13日回信，信中明确写到，“把沙产业扩大到石油，矿产是整个国民经济了。……理论上这样的沙产业已不是农业型产业。”[2]

1994年4月30日，钱先生在他国防科工委办公室会见《沙都散记》作者时，再次强调了沙产业属于农业型产业。他说：“利用太阳能的共有五种产业：农业是大农业，林业、草业、海产业、沙产业。草产业原来人们不太认识，到了现在才有人热心开会来讨论。”“看了这本书(指《沙都散记》)，知道进行沙漠工作的有一个大队伍。……总之，农业、林业、草业、海业、沙业，五个都是利用日光的产业，通过生物作用发展生产，这都是下一个世纪需要大力抓的。”1995年10月2日，先生在给我信中写到，“农产业、林产业、海产业和沙产业是科学名词，中国农科业科学院包建中同志提议用绿色农业、白色农业(单细胞培养)和蓝色农业(海)。当然，说到底，它们都是阳光农业。”[3]

时隔一年，先生在给时为中国地理学会瞿宁淑先生的信中，谈到南京地理与湖泊所提出开发河床矿砂资源课题报告时，又有一段对沙产业概念明确的话：“我和中国科协的刘恕同志多年来宣传开发戈壁、利用阳光搞农业型生产，现在已在甘肃省河西走廊有了成功的开始，是用塑料透光膜造大棚，取光保温，棚下沙地下铺隔水膜防渗，用滴灌节水种蔬菜。我们称此为沙

产业，是农业型的产业。""地理界同志提议的河床砂资源开采最好不称砂产业，可称砂业，以示区别。"[4]

在至瞿宁淑先生信的同时，钱先生也写信给我，"我近日收到地理研究所同志寄来开发江河淤沙的建议，也称为沙产业。我已去函纠正，这个沙产业不是我们说的沙产业。"[5]明确地指出了，沙产业是以太阳为直接能源，靠植物的光合作用来进行产品生产的体系。在 1994 年 7 月，钱学森先生曾致函甘肃省草原生态研究所任继周院士亲自将第六次产业革命中五种农业型产业中农业译成 Agriculture、林业译成 Arboriculture、草业译成 Prataculture、海业译成 Mariniculture 以及沙业 Deserticulture。[6]从译文结构上更加清晰沙产业作为钱先生预见的将迎来的新一次产业革命中知识密集的农业型产业之一。

概念是反映事物特有属性的思维形式，借助概念形式可以揭示事物本质，可以把所认识的事物与其他事物加以区别，对认识概念、把握事物本质十分重要。钱先生重视对事物概念明晰，其目的是帮助人们更好地把握事物实质和发展方向。对于发展沙产业的目标任务，除在指导我的信函中叙述外，还在 1994 年 9 月与 1995 年 11 月与来自甘肃、内蒙西北沙区工作人员座谈会上做了明确的论述。他认为："由于世界人口爆增，人们对食物需求不断加大。过几十年，对食物需求不仅是量的增加，而且吃的东西也要变化，沙产业要提高利用阳光生产食品的效率。要在干旱不毛之地利用绿色植物通过光合作用来进行高效益生产，除光合作用直接产品外，还包括二次转化生成的动物性蛋白以及各类天然荒漠植物光合作用产生的次生代谢物的产出。"[7]将开拓、提供新食品源的任务赋予了具有独特阳光优势的干旱荒漠地区，赋予了沙产业。当我们在对沙产业内涵、任务有了进一步的认识，对沙产业的理论意义认识上有所提高后，如何将沙产业推向实践便成为重要课题。

三 "借鉴他山之石，审慎认真结合实际进行探索性实践"——钱先生告诉我们这是将沙产业推向实践的第一步

1992 年 8 月 28 日接到钱先生的信中写到：

"前见报端一位访以色列的记者说，以色列在沙漠化土地上夺得粮食丰产，还能出口。说这完全是科学技术的功劳。

不久前见到刚从以色列访问回来的中国科学院力学研究所郑哲敏研究员，他说那里的科技人员对'中国用等量耕地面积的 7%养活世界人口的 22%'，感到没什么！因为以色列在那么干旱的一点点土地上养活了那么多人。我想我国的沙产业工作者要注意学其所长。"[8]

以色列，国土 2.7 万平方公里，域内自然条件严峻，大多为干旱少雨的土地，南部内盖夫沙漠约占 60%领土。100 多年前，著名的美国作家马克吐温曾经来到当今属以色列国的这片土地上。他描写到，"在所有景色凄凉的地方中，我以为，它应该是首屈一指的，那里寸草不生……是一块没有希望的、令人沉闷的土地。"到 20 世纪 70 年代以前，农产品仍需大量进口。但时隔 20 年，1991 年统计农业经济(包含农业设备及鲜活农产品)出口额已达 90.75 亿美元。以农业高产著称的以色列，农业西红柿每公顷年产 500 吨，柑橘每公顷 80 吨，蔬菜水果占欧市场 40%，被誉为欧洲"冬季厨房"。以色列人认为阳光和头脑是他们制胜的法宝，他们自称自己的农业是沙漠知识农业。钱老让我们学习他人之所长目标在于树立信心，结合中国实际更

好地发展自己。1995 年 2 月，钱老在信中写到“以色列的农业确有我们该学习的东西，我们搞治沙防沙发展农业生产的同志要认真总结他们的经验以开拓我们的思想”。[9] 1995 年 11 月，当甘肃河西走廊沙产业开发工作会议召开之际，钱老热情洋溢的书面发言，更为明确表明这一点。

“近年来，甘肃人民在省领导和地区领导的带领下，不是创造了‘多采光、少用水、新技术、高效益’的中国沙产业吗？这一成就不就启示我们发展尖端技术的沙产业，也就是用现代生物科学成就，再加水利工程、材料技术、计算机自动控制等前沿高新技术，一定能够在沙漠、戈壁开发出新的、历史上从未有过的大农业，即农工贸一体化的生产基地。在外国，以色列已经走在了前面，我们要用当年搞‘两弹一星’的精神赶上去，超过他们！再次用行动证明我们中国人是了不起的！”[10]

树立信心借鉴他人之长，更要审慎认真结合自己的实际去实践探索。早在 1991 年 12 月 21 日，钱学森先生就在写给我的信中告诫说：“对几百年前就是沙漠戈壁，对它只能就实际情况开发沙产业，不要轻举妄动！还有一点：沙产业属于第六次产业革命，是 21 世纪中叶才能开花结果的，那时还要用生物技术这一刚露头的技术革命成果。对沙产业我们现在只是做初步探索工作，包括：从地理科学明确治沙范围；通过试点建立沙区植物、动物繁殖加工事业；引入生物技术，做些试验。”

在事隔四年之后，针对开展沙产业的践行活动，钱先生再一次提醒我们，要用宏观经验方法做好设计规划。他认为，在我们国家有充分的历史档案，再去请教历史地理学家，了解沙漠存在的历史，“如果查阅历史，此地 2000 年前就是沙漠戈壁，那就是不能绿化而只能就当地实况用高技术开发。”[11]

千里之行始于足下。钱老告诫“今后的工作我想还应在实践，发展沙产业有了人人看得到的成绩才好宣传说服人。”[12] 在钱学森沙产业理念指引下，甘肃河西走廊、内蒙等地一批热心的干部群众及专家学者开始试探性进行沙产业的实践活动，用实践这一伟大的标准验证着钱先生沙产业理念的意义。

四　钱先生的激励与表扬帮助我们进一步认识沙产业的意义，在学习践行过程感悟了“国家杰出贡献科学家”的博大胸怀

上世纪末，在甘肃河西走廊沙产业示范基地上，开始显现出一些成果。虽然成果稚嫩，采用的技术手段粗放，但钱老却从中看到了前景和希望。多次写信予以肯定和鼓励：“沙产业将在河西张掖、武威起步了，这使我很受鼓舞。”[13]“我想武威、张掖的同志实际开创了一个新型产业，在缺水但阳光充沛地区，用高技术搞农副业生产达到高效益，这是将地区特点同现代科学技术结合起来了。……引入高新技术产品——新材料、信息技术等，将会出现前所未有的新技术产品，一个真正知识密集型的农产业、林产业、草产业和沙产业将要在人类历史上登上舞台了。而这是从沙产业小弟弟开始做起的！高新技术将引发人类历史上的第六次产业革命！中国人可以当带头的。”[14]“我祝愿沙产业在新一年里有新的成就！我认为这不仅是什么理想了，武威和张掖地区用新技术展示了未来沙产业的概貌”[15]，“他们实际走出了将来我国整个大农业的第一步！是了不起的！所以您们的事业是了不起的。”[16] 这些来自一位耄耋之年杰

出科学家由衷的、充满激情又深刻阐述着沙产业内涵的书信极大地鼓舞了沙区"人民中的实干家、地方政府中的积极领导干部",[17]也激励着我们自己,以不辜负钱老给予的"办了件好事"[18]的鼓励。

每当重读先生的书信,对照一批沙产业示范基地上丰硕的成果,对他所倡导的沙产业的价值和影响意义有了进一步的认识;更使我懂得了一位有杰出贡献的科学家为什么对他预见的新一次产业革命充满信心和期待,并倾注如此热忱的原因。这并不单纯是学术推进,而是博大胸怀的体现。

当今人类社会虽已跨过21世纪门槛,但仍有近40个国家,十亿人口面临食物短缺,每年仍有560万儿童因饥饿而夭折,而这些饥饿的人群大多生活在干旱区内。按联合国预测,本世纪中叶人口将增至90亿。人类对食物的需求与日俱增,依托人们的智慧和技能,变干旱不毛之地为可利用的资源空间,增加食物生产,正是科学技术使"所有人蒙利"。"贴近人、为了人"的崇高目标是科学家的博大胸怀体现。早在上世纪90年代中期,钱先生便在会见沙产业代表时的讲话中明确指出:"……人口不断增加,老是老一套是不行的。要提高效率,生产效率,要提高太阳光生产食品的效率。食品原料要扩大,微藻生产就是扩大的食品原料,那么我们沙漠的贡献就大了。……我们也不要自我简化,许多食品可以开拓它的来源。沙漠戈壁就是一个来源地。"[19]在1998年4月11日的信中更指出,"沙产业实际上是未来农业,高科技农业,服务于未来世界的农业!"[20]众所周知,拥有广阔地域充沛阳光的干旱荒漠早已成为人们期望的开拓地。人们普遍认为,干旱荒漠地区阳光充沛,限制开发的关键因素是水,只要有充足淡水供应,便可以大规模进行农业开发活动。20世纪70年代有两项饮水项目被称为是"开发利用干旱地区土地资源的良策",一是,苏联中亚地区卡拉库姆运河的建设;二是,国际援救萨赫地区改善供水方案。两项"良策"实施后,无一不带来始料不及的副作用。前一项目,在灌溉棉田获得丰收十几年后,由于原本流入咸海河水经人工运河灌溉大面积棉田,流入咸海水量逐年减少。到2000年,咸海水面较人工运河修建前下降20米,水域面积减少一半。裸露出的干涸湖底成了盐尘、沙尘的发源地。与此同时漫灌后的棉田盐渍化已不能耕种,严重的环境后果至今仍困扰着人们。后一项目费用高达6.25亿美元,使昔日的无水草场上,出现了水井,人们开始汇集于水井周围提水供应畜群,大量的集结在水井周围的牲畜强度啃食和多次反复地践踏,导致以水眼为中心的同心圆式的沙化圈半径可达5公里,沙化圈相联结便构成草场全面沙漠化出现。

上述"良策"都在实施后遭遇到环境退化不期而至的后果。科学家们直言不讳地指出产生严峻后果的原因在于当代的生产方针,包括原理、技术和工艺,不能保证荒漠区土地开发的质量和效益。提醒人们干旱荒漠区农业开发需要有新的思路和视角。钱学森沙产业的理念及根据沙产业理念所制定的技术路线,不失时机地应对了人们对干旱荒漠土地开发利用新方针和策略的呼唤,突破传统的思维模式带给人们的是创新的、人们所期待的干旱荒漠土地开发利用的方略。为解决人类发展中面临食物短缺的难题带来了生机和希望。2008年的世界防治荒漠化日时,联合国秘书长在人类社会最高讲坛上,特别呼吁"国际社会应认识到,世界上有一半穷人所居住的干旱和边缘土地并非荒地,那些土地有可能成为农业集约化生产区以满足人类对粮食和能源的需求"。钱学森先生倡导的沙产业理念和在中国干旱荒漠区实践案例证明了早在15年前钱学森先生"高新技术将引发人类历史上的第六次产业革命!中国人可以带头的!"的前瞻预见的科学性。

当前，我国西北干旱区，沙产业理念已为愈来愈多的人们所接受，“变不毛之地为沃土”的理想正在化作现实。特别令人振奋的是内蒙古自治区已将发展沙产业列入新的五年规划之中。钱老曾期盼的“通过沙产业规划来统一大家认识，……有了规划才能具体化为计划组织实施”[21]正在落实。

在近20年间，由于工作机缘使自己得天独厚，除聆听到钱学森先生耳提面命指导外，又得到他不假人手，以严谨的用词、工整的字迹、简洁准确的语言叙述道理，指导如何推进沙产业发展的书信。这些宝贵的“财富”不仅丰富了自己学识，提高见地，更是不断地鞭策锤炼着自己的人生目标。钱学森先生已离我们远行，高山仰止，人们缅怀他，熟知他对祖国杰出贡献和崇高的品格，对我所论述先生尽心竭力指导推进沙产业发展的片断事实也许尚鲜为人知，但伴随时光荏苒，人们将会从实践的事实中证明沙产业理念“贴近人、为了人”的崇高目标，更加理解钱学森先生博大的服务于人类的胸怀。

沙产业特定的发展空间是在干旱荒漠不毛之地脆弱的生态环境中，这里，植物性生产所必需的光、热、水、土等自然资源不匹配，天然形成了开发与保护的矛盾。因而，发展沙产业必须遵循在重视诱人潜力的同时，切记应审慎地把握人与自然界和谐发展的原则。将保护生态环境寓于开发之中。在结束这篇回忆之前，愿再一次回顾早在1991年12月21日钱学森先生的告诫与同行们学习共勉。

“在沙漠、戈壁有个能干什么不能干什么的课题，要尊重地理学规律。这个宏观理论(指地理学规律——作者注)，在沙产业中比在农产业、林产业、草产业和海产业中要突出得多——一方面人们有改造沙漠美好设想的诱惑，一方面又有地理(气象、水文、土质等)自然规律的限制”，“还有一点：沙产业属第六次产业革命，是21世纪中叶才能开花结果的”，“对沙产业我们现在只是做初步探索工作。”[22]

参考文献：

[1] 1989年10月12日致刘恕//钱学森书信(5)，北京：国防工业出版社，2007：72.
[2] 1991年6月13日致刘恕//钱学森书信(6)，北京：国防工业出版社，2007：28.
[3] 1995年10月2日致刘恕//钱学森书信(9)，北京：国防工业出版社，2007：351.
[4] 1996年5月9日致瞿宁淑//钱学森书信(10)，北京：国防工业出版社，2007：42.
[5] 1996年5月9日致刘恕//钱学森书信(10)，北京：国防工业出版社，2007：41.
[6] 1994年7月31日致任继周//钱学森书信(8)，北京：国防工业出版社，2007：301.
[7] 刘恕. 沙产业概述[M]. 北京：中国环境出版社，2001.
[8] 1992年8月28日致刘恕//钱学森书信(6)，北京：国防工业出版社，2007：395.
[9] 1995年2月28日致刘恕//钱学森书信(9)，北京：国防工业出版社，2007：95.
[10] 刘恕. 沙产业概述[M]. 北京：中国环境出版社，2001.
[11] 1991年12月21日致刘恕//钱学森书信(6)，北京：国防工业出版社，2007：186.
[12] 1996年12月2日致刘恕//钱学森书信(10)，北京：国防工业出版社，2007：229.
[13] 1996年9月3日致刘恕//钱学森书信(9)，北京：国防工业出版社，2007：330.
[14] 1996年12月10日致刘恕//钱学森书信(9)，北京：国防工业出版社，2007：405.
[15] 1996年2月22日致刘恕//钱学森书信(9)，北京：国防工业出版社，2007：482.
[16] 1996年5月9日致刘恕//钱学森书信(10)，北京：国防工业出版社，2007：41.
[17] 1995年8月17日致刘恕//钱学森书信(9)，北京：国防工业出版社，2007：314.

[18] 1996 年 12 月 10 日致刘恕//钱学森书信(9),北京:国防工业出版社,2007:405.
[19] 刘恕. 沙产业概述[M]. 北京:中国环境出版社,2001.
[20] 1998 年 4 月 11 日致刘恕//钱学森书信(10),北京:国防工业出版社,2007:364.
[21] 内蒙古自治区人民政府文件内政发(2010)123 号.
[22] 1991 年 12 月 21 日致刘恕//钱学森书信(6),北京:国防工业出版社,2007:186.

深切缅怀我国“沙草产业之父”
——写在钱学森诞辰一百周年之际

田聪明



虽然我与钱老仅在公共活动中握过一次手，但钱老在我心目中的地位很高，令我非常敬重。其中，有钱老的爱国信念和人品的魅力，有他作为我国“两弹一星”元勋传奇经历的至深感动。更直接的则是在钱老的“沙草产业”重大理论创新和种树种草、防沙治沙方面的共鸣，并有幸对宣传推广“沙草产业”理论做了些工作。中央在《钱学森同志生平》中充分肯定钱老“倡导发展沙草产业”，“帮助农民用科学技术脱贫致富”，是他晚年的重大贡献。每每想起来总是激动不已。

“请钱老‘展开谈’”

在我国辽阔的“大西北”——陕、甘、宁、青、新和内蒙古，是中华文明的发祥地，也是生态和生存矛盾最突出的地区。这里占了我国沙漠和沙化土地的90%以上。因降雨量少，水资源匮乏，如何让大地绿起来，人民富起来，是党和国家实施西部大开发战略的要旨，也是钱老孜孜以求的一个梦想。

钱老曾回忆，早在上世纪五六十年代，他在我国西部沙漠戈壁从事国防科研时，就注意到那里并非不毛之地，而是有着许多独特而有顽强生命力的沙生动植物资源。他由此想到应该换一种思维看待沙漠资源，依靠科学技术充分利用沙区阳光充沛等有利条件，开创知识密集型的沙区大农业。直至80年代，在钱老大部分时间居住在北京的日子里，仍在深入思考着如何帮助沙区各族人民摆脱贫困，走向富裕的问题。

1984年5月，时任《内蒙古日报》科学副刊责任编辑的郝诚之向钱老约稿，恳请他通过党报，就新技术革命的挑战播撒科学的种子。没想到钱老于6月8日就寄来了他的专论《草原、草业和新技术革命》。文中说：“据周惠同志讲(《红旗》杂志，1984年第10期《谈谈固定草原使用权的意义》)，在内蒙古自治区共有13亿亩草原，从1947年到1983年的这37年中，畜牧业累计产值100多亿元，折合每亩草原年产值才0.2元多。这的确比每亩农田的产值小得多，只值个零头。但这是草业命中注定的吗？不能用现代科学技术去改变吗？不是有新技术革命吗？”钱老强调，如果“内蒙古下决心抓草业”“可是件大事”。因为“农田少，大约才7000万亩，而

草原面积却是农田面积的18倍还多，所以草业的产值完全可以大大超过农业的产值。一旦内蒙古带好这个头，全国的草原利用好了，草业兴旺发达起来，它对国家的贡献不会小于农业。”

周惠时任内蒙古自治区党委书记，我任党委常委兼秘书长。钱老的专论在《内蒙古日报》刊出后，我即拿给周惠看。周惠看后即嘱我设法请钱老“展开谈”。我很快找到郝诚之，让他把刊有钱老文章的报纸用红笔框住，寄给钱老两份，同时以党委政研室名义，再次恳请钱老展开阐述，并说明将在自治区《科学管理研究》杂志发表，供内蒙古决策层学习研究。

仅仅一周后，郝诚之就收到了钱老的亲笔复信。信中说：“您六月二十九日信及内蒙古日报两份都收到。我确有另一篇文字，《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》，但已被另外一个刊物要去，不能再用在《科学管理研究》上了。因您来信说内蒙古党委政策研究室和内蒙古科委政策研究室的同志感兴趣，所以附上此文打印稿两份，请他们审阅并提意见，以便在正式刊登时修改。麻烦您了。”

郝诚之兴奋地将这篇1万多字的专论送我，我一口气读完，深感远见卓识，即将文章交党委政研室副主任戈夫，加编者按刊登在内刊《调研信息》(1984年7月27日)上。这篇文章再次引起周惠重视，他说：“人家那么大的科学家，还关注着内蒙古牧区沙区的改革和发展，我们的专家应该好好学习，拿出我们的实施办法来。”随后，我建议自治区科协召开专家座谈会，认真学习讨论了钱老的创新思想。当年12月，在自治区种树种草工作会议上，我把钱老文章印发与会同志学习。内蒙古由此开始了钱老沙草产业科学理论的学习和实践。从那以来，内蒙古各族干部群众不断地探索沙产业、草产业的发展之路，并逐渐形成了奶、肉、绒、药、葡、薯等产业链，有的已经成为著名品牌，带动了牧区沙区的生态建设和经济社会发展。

组织记者大范围调研

2003年1月，我在新华通讯社社长岗位上，一封来自内蒙古沙产业、草产业协会的新年贺卡里，附有一封钱老于2002年12月18日写给该协会领导的亲笔署名贺信。信中说：“喜闻内蒙古自治区沙产业、草产业协会成立。我认为，这是内蒙古自治区贯彻落实十六大精神，全面建设小康社会的一项重大举措。对此，我谨表示热烈祝贺！”

信中还说：“江泽民同志在十六大报告中讲到西部大开发问题时，提出积极发展有特色的优势产业。内蒙古的优势产业是什么？我认为就是沙产业和草产业，这是内蒙古新的经济增长点。只要内蒙古的同志紧紧抓住了这两大产业，真正建设成知识密集型的沙产业和草产业，内蒙古的社会主义现代化建设就会迈上一个新的台阶，内蒙古的生态环境也会得到改善。”

看后，一下把我的思绪拽回到18年前钱老沙草产业理论在内蒙古推广的往事，也为钱老这么多年来一直关心内蒙古、关心沙草产业而深深感动。于是将钱老的信批给时任新华社总编辑的南振中同志：“此事可以报，且连续报。”我还根据新华社的职能，组织记者深入大西北，就沙草产业发展的现状、取得的成就、存在的问题和进一步发展的思路等进行深入调研，为中央决策和指导工作提供参考依据。

很快，新华社派出了由内蒙古分社副社长吴国清牵头，国内部两位记者参加的调研小分队，赴内蒙古和西北地区调研。相关分社也抽调了16名记者，分成8组，走访了大量牧区沙区生活的农牧民、几十家从事沙草产业的龙头企业等经济组织、近百名活跃在生态建设前沿的专家学者，还采访了国家农业部、林业局、三北林业局等权威部门。然后，我和有关同志于3月在

总社听了汇报。大家讨论得很热烈，我感到记者们确实进行了深入采访和思考，也基本摸清了沙草产业发展中的主要成绩和存在的问题，提出的一些建议也有一定针对性。我讲了些自己对西部沙化情况及发展沙草产业理论的认识，希望记者、编辑实事求是地为中央科学实施西部大开发战略提出有参考价值的意见和建议。

从3月中旬开始，新华社就我国沙产业、草产业发展问题，连续编发了近30篇系列参考报道。其中，有22篇得到了中央领导的批示，吴国清带领的小分队采写的《我国沙产业、草产业发展调查（上、中、下）》，第一次从全国层面审视和总结沙草产业发展的状况，引起了中央领导和发改委等部门的重视，还被有些专家学者称为中国特色生态文明建设的“白皮书”。国家发改委、西部开发办、林业局等部门就新华社报道中提出的问题和建议作了进一步研究，并在当年召开的全国治沙工作会议上作出了具体部署。此后，国家林业局和内蒙古、甘肃、宁夏等西部省区也都相继出台了促进沙草产业发展的政策措施。

令我难忘的是，这年4月18日，一封来自钱老办公室的信件放到我的案头，首先跃入眼帘的是钱老的亲笔署名。信中写到：“新华社田聪明社长：内参上关于草产业、沙产业的一系列的报道文章我都看了。我认为新华社是在抓21世纪中国西部开发的一件大事。记者们做了大量采访，文章写得也好，我都同意。转上刘恕同志和涂元季同志给我的信。刘恕同志是沙产业、草产业方面的资深专家，涂元季同志是我的老秘书，他们所提意见请您们考虑。”我再一次被深深感动：世界级的大科学家，曾任国家领导人，特别年已92岁高龄，对我这样一个普通晚辈如此谦和，对新华社的报道如此看重，难得啊！后来听说，钱老对记者的这组报道，是躺在病床上，让秘书逐篇念给他听的。

按照钱老的意见，我又安排记者对刘恕和涂元季两位专家进行了专访，并以《沙产业开发要尊重科学规律》为题作了报道，强调西部沙区资源潜力非常大，蕴含着巨大产业效益。市场嗅觉灵敏的民营企业也已表现出很大的积极性，如果沙产业能够得到规范有序的发展，将会走出一条“沙漠增绿、资源增值、企业增利、农牧民增收”的新型生态建设和产业化发展之路。

“共鸣”与“神交”

回顾与钱老的往来、合作，虽未谋面，但可谓配合默契，心领神会。这也许就是“共鸣”与“神交”吧。

此其一，在于我们虽然经历不同，年龄相差三十多岁，但对祖国西部这片土地的热爱是共同的，情感是交融的。钱老作为大科学家，出生在西子湖畔，成才成就于大洋彼岸，为了新中国的强大，毅然回国来到西部大漠深处，在艰难的环境中从事科学研究。他科研之余的考察，西部生态环境的恶劣和西部群众生活的艰辛给他留下了深刻的印象。对祖国和人民饱含深情的他，为了“让我的同胞过上有尊严的生活”，决心要用科学技术帮助沙区人民摆脱贫困，富裕起来。而我，是生与斯、长于斯的一个农民后代，特别是解放前夕还在库布齐沙漠里给人家放羊，不仅受有钱人的剥削，也承受着恶劣自然环境的煎熬。

此其二，在于我们生活和工作条件逐渐变化，但对这片土地的眷恋和热爱之情，对改变那里贫穷落后面貌的愿望始终未变，对西部沙区发展规律的探索和思考也始终没有停止过。尤其是我自己朴素的感情和比较粗浅的思考，从钱老深刻的观察和认识中获得启迪、教益时，犹如一股细流汇入了大河，顿感所寻找的路豁然开朗。

早在上世纪70年代末80年代初，在新华社内蒙古分社当记者时，我就曾多次深入到沙窝子里采访报道过内蒙古的治沙英雄牛二旦、沙木腾、刘茂桐等人。我数次到伊克昭盟（今鄂尔多斯市）就土地沙化和经济社会发展进行调研，还在盟档案馆查找了大量史志资料。当时的伊克昭盟，由于历代"三滥"（滥垦、滥牧、滥伐），带来了"三化"（气候恶化、草场退化、土地沙化），东北部的库布齐沙漠和西南部的毛乌素沙地已经"握手汇合"。近现代特别解放以来的不同时期，都有反对"三滥"和倡导种树种草的领导、民族上层和模范人物涌现，但终未能阻止"沙进人退"势头，沙化面积占到了全盟的一半左右，成为自治区最贫困的盟市，真正起变化，是党的十一届三中全会之后。我曾与内蒙古日报记者李马钦合作，将多年积累的资料整理成一篇调研报告《补前人之过，立千秋之业》，对深受风沙之害、吃尽风沙之苦的伊克昭盟各级领导和各族人民，认真总结经验教训，以每年三百万亩左右的速度种树种草种柠条，给予高度赞扬。在末尾还写到："目前，植被建设已经成为世界潮流。全世界都把绿色植物占整个国土面积的比重当作一个国家、一个民族文明与愚昧、先进与落后的重要标志。伊克昭盟把植被建设作为全盟最大的基本建设来抓，而且从认识上、组织领导上、政策规定上一步一步去解决存在的问题，保证这项建设的顺利进行，这是一个重大转变。他们所进行的正是一项造福当代、惠及后人的伟大的社会主义事业。我们相信，只要像现在这样坚持不懈地抓下去，一定能够恢复昔日鄂尔多斯高原那山清水秀、沃野千里的本来面目。"

这篇文章在《内蒙古日报》刊出后受到广泛好评，但与后来鄂尔多斯在钱老理论指导下的沙草产业相比，差距明显。主要是我们的思路还基本停留在以植被建设为主的防沙治沙阶段，而钱老的理论则是"不以绿色划句号"，要把植被建设延伸为产业发展，把防沙治沙延伸为用沙管沙，坚持"绿化——转化——产业化"，在产业链上做文章。如钱老所说："达到沙漠增绿、农牧民增收、企业增效的良性循环"。

2008年1月19日，胡锦涛总书记看望钱老时亲切地说："前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里的沙产业发展得很好。沙生植物的加工搞起来了，生态正在恢复，人民的生活水平有了明显提高。钱老，您的沙产业设想正在鄂尔多斯变成现实。"

如今，据卫星遥感图显示，鄂尔多斯的植被覆盖率已由1999年的30%升到2007年的70%。近两三年，我曾回家乡看过，还常在梦里回到曾经生活、工作过的地方感受绿色的呼吸。在钱老诞辰100周年之际，我们的最好纪念就是继承他未竟的事业，用科学规划、高新技术、创新思维、整体设计和扎实行动，大力发展沙草产业，不断为人民造福。

作者简介：

田聪明，男，汉族，1943年5月出生，陕西省府谷县人，毕业于北京师范大学。曾任新华通讯社内蒙古分社记者，中共内蒙古自治区政研室副主任，中共内蒙古自治区党委常委、秘书长，中共内蒙古自治区党委副书记，中共西藏自治区党委副书记，广播电影电视部副部长、党组副书记，国家广播电影电视总局局长、党组书记，新华通讯社社长、党组书记，中共十四、十五届中纪委委员，十六届中央委员。现任中华全国新闻工作者协会第七届主席，第十一届全国政协常委、民族和宗教委员会主任。

钱学森沙产业理论的实践和发展

蔡延松



今年是著名科学家钱学森院士诞辰100周年。钱老是伟大的人民科学家、战略科学家，他不但为我国的“两弹一星”事业做出了重大贡献，他提出的“创建农业型的知识密集型产业——农业、林业、草业、海业和沙业”的“第六次产业革命”理论，对我国经济社会的发展和生态建设，具有重要的战略意义。

一　沙产业——远瞻性的阳光产业

1984年，钱老以新的理论思维，以战略的眼光，首次系统提出关于第六次产业革命的思想，探索一条强国富民之路——“知识密集型五大农产业”。他说：“我国草原面积是农田面积的三倍”，“草产业兴旺发达起来，它对国家的贡献不会小于农业！”谈到“海业”，“我国近海有70亿亩，其中浅海滩涂为22亿亩，的确是一个庞大的资源”，尤其是“沙业”，“在我国沙漠和戈壁一共大约有16亿亩，和农田面积一样大。”[1]

在1991年召开的全国沙产业会上，他指出“假使我们运用全部的现代科学技术，包括物理、化学、生物学这样的基础科学，能不能让16亿亩的沙漠戈壁每年也提供几千亿元的产值呢?”[2]他预言“农业、林业、草业、海业和沙业，假使这五个产业都实现了，将又是一次产业革命，即第六次产业革命。”“产业革命就是生产力的发展影响到整个社会了。”[3]为了实现这一伟大的战略目标，他还不断地在实践中总结出开发产业的指导思想，“不仅是‘治理’，更重要的是‘开发’，将治理蕴含于开发之中。”肯定了张掖地区在实践中创造了“多采光、少用水、新技术、高效益”的沙产业技术路线。

二　沙产业理论在实践中的提升和发展

防治荒漠化和沙化，是全世界紧迫而艰巨的任务，全球2/3的国家和地区，1/5的人口，陆地面积的1/4受到荒漠化的危害。我国是荒漠化危害严重的国家之一，截至上世纪末，全国荒漠化土地占国土面积的27.9%，沙化土地占国土面积的18.2%。全国60%以上的重点扶贫县和1/4的农村贫困人口集中在荒漠化和沙化地区。有4亿人的生产生活直接受到沙化的危害。所以防沙治沙事关国家生态安全，事关中华民族生存与发展，事关全面建设小康社会的进

程。钱老也指出"治沙、防沙、制止沙漠化工程也是沙产业的一部分。"

进入21世纪以来,党中央、国务院对防沙治沙工作高度重视,在立法、规划、政策、投入等方面加大了力度。在各级政府和沙区广大干部群众的努力下,我国防沙、治沙工作和沙产业取得了重大进展,取得了较好的生态、经济和社会效益。全国沙化土地面积已经出现净减少,沙区植被明显增加,生态状况明显改善。据第四次全国荒漠化和沙化监测结果表明,通过实施以生态建设为主的林业发展战略,使得我国土地荒漠化和沙化整体得到初步遏制,荒漠化、沙化持续净减少,但局部地区仍有扩展的局面。截至2009年底,全国荒漠化土地总面积262.37万平方公里,占国土面积的27.33%。沙化土地面积为173.11万平方公里,占国土面积的18.03%,与2004年相比,5年间荒漠化土地面积净减少12454平方公里,年均减少2491平方公里,沙化土地面积净减少8587平方公里,年均减少1717平方公里[4]。这和上世纪末沙化土地年均扩展3436平方公里相比,成效明显,且来之不易,令人鼓舞。

进入新世纪以来,随着西部大开发、实施京津风沙源治理、"三北"防护林四期、退耕还林等生态建设工程。沙产业的发展也取得了显著成效,一些高科技沙产业和生物质能源,种植业、养殖业、加工业、旅游业等发展迅速,并涌现了一批龙头企业,为发展沙产业起了带动作用。沙产业的发展正在进入"沙漠增绿、资源增值、企业增效、农牧民增收、政府增税"的新型生态建设和产业化发展之路。钱学森沙产业的理论在实践中证明是完全正确的,得到充实和发展。钱老20多年前就指出:中国在21世纪必将迎来"第六次产业革命"。"沙产业、草产业是中国21世纪的一件大事"。

胡锦涛总书记2008年1月19日看望钱学森时说:"前不久,我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察,看到那里沙产业发展得很好,沙生植物搞起来了,生态正在得到恢复,人民生活水平也有了明显提高。钱老,您的设想正在变为现实。"

三　治沙事业任重道远,沙产业天地广阔

1993年9月11日中国治沙暨沙业学会成立时,钱学森发来贺电说:"中国治沙暨沙业学会的成立,表明我国治沙事业又走上了一个新的台阶。"表达了钱老对学会的厚爱和殷切的希望。

学会成立18年来,组织科研、教学、生产等方面的科技专家、企事业及从事防沙治沙、沙产业的干部群众,深入沙区考察调研;开展学术交流;举办沙产业高峰论坛;开展国际交流与合作;科普宣传;2003年11月举办了"中国(北京)首届沙产业博览会",2009年8月,在呼和浩特市举办了"中国(内蒙古)第二届沙产业博览会"。博览会系列地展示了钱学森沙产业的理论实践与发展;展示了我国防沙治沙和沙产业建设成就,特别是沙产业的新进展、新经验、新成果的展示、研讨、交流,推动沙产业的升级,取得了很好的效果。学会还出版了《中国治沙暨沙产业研究》、《中国西部地区生态环境建设研究》、《西部大开发,建设绿色家园考察报告》、《中国沙产业》等书,还组织会员在报刊上发表论文和文章。对我国防沙治沙和沙产业发展起到了积极的作用。

但是,我们应当看到防沙治沙和沙产业是一项长期艰巨又充满希望的事业。我国土地荒漠化、沙化的严峻形势尚未根本改变,土地沙化仍然是当前最为严重的生态问题。1994年9月钱学森院士在会见沙产业研讨会代表时的讲话中就指出:发展沙产业"在不少于100年的过

程中，改造利用沙漠，这就是沙产业的任务。”

所以，我认为在防沙治沙和沙产业的实践和发展中，我们所以能够取得较好的成绩，我体会到做好以下几方面工作的重要性。

（一）进一步提高对防沙治沙和沙产业的战略意义和作用的认识

土地荒漠化、沙化仍是中华民族的心腹之患，严重威胁国家生态安全，严重制约社会经济可持续发展，是重大的民生问题。加大力度，加速荒漠化、沙化防治刻不容缓。要以科学发展观为指导，用创建农业型知识密集沙产业的理念，在“十二五”规划中，把防沙治沙和沙产业摆在重要地位并落实责任制。

（二）依靠科技创新，提高科技含量

防沙治沙是一项复杂的系统工程，必须坚持“因地制宜、因害设防、多措并举、综合治理”的建设方针，宜林则林、宜灌则灌、乔灌草相结合，在措施上飞播、封育、人工造林与天然林更新相结合，注重生物多样性和抗旱造林技术的推广应用。

沙产业的发展必须用现代科学技术、生物技术，把知识密集型沙产业做大做强。

（三）沙漠化防治要以人为本，治沙必须与沙区人民脱贫致富结合起来

我国的沙化土地涉及30个省（区、市）的889个县（旗），多数集中在三北地区的贫困沙区，由于自然条件和气候及人为因素，曾经引起社会关注的“五滥”（滥垦、滥牧、滥伐、滥采、滥用水资源），结果是越垦越穷，越穷越垦。

20多年的实践证明，要从根本上改善沙区的生态状况，全面建设小康社会。发展沙产业是改善沙区生态，沙区人民脱贫致富的必由之路。

（四）充分调动社会各方力量，实行全民治沙

大批民营企业加入沙产业开发，为发展沙产业注入活力。建立示范区和总结沙产业龙头企业的成功经验和发展模式，对沙产业的发展、吸引社会资金的投入、提高科技含量、解决就业、农牧民致富，成效明显。

从事沙产业开发的企业具有一定规模的已达数千家，“经营和开发沙产业的主要类型有以下六种：一是中草药种植和产业化经营，二是实施林纸一体化经营，三是沙区特种资源的综合开发和利用，四是沙区旅游开发，五是主要沙生植物种植与开发利用，六是节水灌溉和风能、太阳能利用。”[5]

（五）统筹规划，突出重点

防沙治沙是一项长期的战略任务。应该像“三北”工程那样，编制一个能管几十年的长期战略规划。因此，应在“十二五”规划中，抓紧编制并尽快启动实施《全国防沙治沙规划》和《全国沙产业发展规划》。防沙治沙规划，主要是把任务和目标责任制落到实处。要合理布局突出重点，全国荒漠化土地总面积262.37万平方公里，占国土总面积的27.33%，分布在18个省（区、市）。但新疆、内蒙古、西藏、甘肃、青海5省（区）荒漠化土地面积占全国总面积的95.4%。

全国沙化土地面积为173.11万平方公里，占国土总面积的18.03%，分布在30个省(区、市)，但新疆、内蒙古、西藏、青海、甘肃5省(区)，沙化土地面积占全国沙化土地总面积的93.69%。为此，对这些重点地区，要加大治理力度和投入。

《全国沙产业规划》主要是制定相关政策，引导产业合理布局，防止盲目立项和低水平重复建设。重点扶持高起点、高水平、高效益的产业项目，提高产业现代化水平。

(六)加大投入，完善政策机制

防沙治沙是一个庞大的系统工程和长期的战略任务。沙区又多是贫困地区，生态非常脆弱，有的地区沙化还在扩展，因此，在"十二五"规划中必须加大投入力度。

按照国务院《关于进一步加强防沙治沙的决定》要求，进一步完善相关政策，如投入机制、减免政策、信贷支持、造林资金补助、生态补偿等。中央每年在一号文件中给予农业的优惠政策，同时也应适用于防沙治沙及沙产业，甚至应更优惠。

(七)依法行政，维护投资者利益

严格按照《森林法》、《防沙治沙法》、《草原法》等规定，严格实行禁垦、禁牧、禁樵等措施，有效保护林草植被和野生动植物资源。加强相关法制定宣传教育，增强人民群众保护沙区植被的意识和履行治沙义务的自觉性。

依法保护各类投资者的合法权益，落实好国家对投资生态产业开发的各项税赋优惠政策，切实维护投资者的利益。如落实"谁投资，谁治理，谁开发，谁受益"，"允许继承、转让"等政策，积极探索既符合市场经济规律，又符合沙区特点的发展机制，激发社会力量参与防沙治沙的积极性。

钱学森院士提出的具有远瞻性、战略性的中国"第六次产业革命"，尤其是沙产业的理论，20多年来指导着沙产业的实践，又在实践中不断得到充实提高和发展。钱老在20年前就预言："在21世纪，我们将在社会主义中国建立并发展中国沙产业，搞得好，产值也可能上千亿元，将来还可能更多，因为这里面的可能性很大[6]。"在实践中证明是正确的和完全能够实现的。让我们在新世纪的征程中，继续加深对钱老沙产业理论的理解，在实践中探索发展"知识密集型五大农产业"的理论。

参考文献：

[1] 内蒙古沙产业、草产业协会，西安交通大学先进技术研究院. 钱学森论沙产业、草产业、林产业[M]. 西安：西安交通大学出版社，2009：5－14.

[2] 沙产业专辑. 4页.

[3] 内蒙古沙产业、草产业协会，西安交通大学先进技术研究院. 钱学森论沙产业、草产业、林产业[M]. 西安：西安交通大学出版社，2009：26.

[4] 国家林业局. 中国荒漠化和沙漠化状况公报. 2001，1.

[5] 中国沙产业. 303页.

[6] 内蒙古沙产业、草产业协会，西安交通大学先进技术研究院. 钱学森论沙产业、草产业、林产业[M]. 西安：西安交通大学出版社，2009：27.

作者简介：

蔡延松，男，1932年2月出生，广东省潮安县人，1954年毕业于唐山铁道学院（现西南交大），教授级高工。

历任内蒙古森工管理局森铁工程公司、内蒙古林业建筑工程局工程师、副局长、副总工，内蒙古大兴安岭林业管理局副局长、局长、党委副书记，国家林业部副部长、党组成员。现任中国绿化基金会第四届理事会常务副主席、中国治沙暨沙业学会理事长、中国林业工程建设协会理事长、中国工业经济联合会副会长等职，是中共第十二次、第十三次全国代表大会代表。中国人民政治协商会议第八届、第九届全国委员会委员、全国政协人口资源环境委员会委员。

钱学森与中国特色农业现代化

李毓堂



钱学森先生关于第六次产业革命即农业知识密集五大产业(农、林、草、海、沙)创新理论(以下简称"钱论"),是钱老晚年专门从事宏观技术和社会发展问题研究、创立钱学森现代科学技术和社会经济体系的重要组成部分。现在随着中国农业现代化和"三农"、"三牧"持续发展难点热点问题越来越突出,越益显示出钱论的重大科学意义。

一　中国农业现代化面临的国情难题

我国从50年代提出农业现代化后,曾照搬外国经验提出机械化、化学化、水利化、电气化等目标,体制上实行了合作化和人民公社化。虽取得了一定成就,但因不符合国情和科学发展规律,未能达到现代化目的。尤其是十年动乱破坏了国家政策,使"三农"、"三牧"处于极端危机状态。进入以"四化"为中心的改革开放新时期,农业现代化成为"四化"中最薄弱一环节。而对农业现代化的理解,又有绿色、生态、有机、集约、循环、低碳、高效、良种化、土地集中、增加复种等多种认识,虽都有一定道理,但要全面实现农业现代化,必须从是否符合国情大局和能否整体解决"三农"、"三牧"发展的种种难题来考量。

我国的基本国情与"三农"发展难题是:

(1)人口多且不断增加,农民人口比例大;耕地有限且不断减少,后备耕地不足。

(2)水资源紧缺,农用水份额逐年下降;化肥、农药用量增大,土壤结构退化,水源污染严重。

(3)粮食结构中,饲用粮不断增长,人畜争粮矛盾尖锐。

(4)西部多为老少边牧山沙区,草原草山、沙地、疏矮林区占全国面积一半以上,由于长期开垦破坏,管理建设不善,农、林业和草原牧业发展滞后,边疆牧区少数民族经济长期处于落后贫困状态。

(5)水土流失、沙漠化、石漠化国土面积不断扩展;工业"三废"和城市垃圾污染严重,国民健康环境恶化。

(6)农业生产经营体制,在废除了人民公社制后,如何适应市场经济和科技发展的形势要

求，引领家庭承包经营的个体分散小农（牧）经济向产业化科技型规模经营的集体经济发展，缺乏具体明确的路线。

面临上述国情难题，中国的“三农”、“三牧”和农业现代化应当如何发展？改革开放初期邓小平同志曾提出战略构想。

二　邓小平农业发展战略构想与30年来农业进程的反思

改革开放的总设计师邓小平同志在20世纪80年代，曾对中国农业改革发展提出系列性战略构想。

他对当时农业的总体评价是：“农业的文章很多，我们还没有破题。”

他对农业总体发展战略，提出“农业要有全面规划，首先要增产粮食。”“农业翻番不能只靠粮食，主要靠多种经营。”

他对发展西部农牧业和牧区少数民族经济，提出“西北不少地方应下决心种草，发展畜牧业。”“内蒙、新疆、青海牧区过去收入多，以后破坏了，要恢复起来。”“中国的资源很多分布在少数民族地区，包括西藏和新疆。如内蒙古自治区，那里有广阔的草原，人口又不多，将来发展起来，很可能走进前列。观察少数民族地区主要看那个地区能不能发展起来，我们帮助少数民族地区发展的政策是坚定不移的。”为保护草原，他强调“要制定草原法，做到执法必严，违法必究。”

他重视国土生态治理，提倡首先种草，大力种草，草林结合。提出“首先要种草，草起来了，就可以放牧、种树，保持水土。”他批示国家农委组织西北各省实施飞播牧草，并指示空军担负飞播牧草任务。

他对农业体制改革与发展，提出从长远看，要有“两个飞跃”：第一个飞跃，是废除人民公社制，实行家庭联产承包为主的责任制；第二个飞跃，是适应科学种田和生产社会化的需要，发展规模经营，发展集体经济。

反思30年来农业发展进程，并未很好地按照小平同志的战略构想运行。由于在战略上缺乏清晰的创新思路，使得新老问题叠加，“三农”、“三牧”问题成为国家领导“最头痛”的问题。它集中反映在以下几方面：

（1）由于农业发展战略仍重在18亿亩耕地上做文章，因而随着人口增加、耕地减少、水资源短缺、土壤退化及饲料粮迅速增长（现已占粮食总量40%）等趋势的发展，粮食安全问题日益突出。不法分子在养殖和畜产品中添加“瘦肉精”、“三聚氰胺”、“苏丹红”等有害物质，引发食品安全问题。

（2）由于多种经营薄弱，农业总产值难以翻番增长。农业总产值中，牧业产值不到1/3，国内所需羊毛2/3靠进口；林业产值仅占4%，国内所需木材1/3以上靠进口。农民主要靠人均二亩多地、一千多斤粮的产值收入，如何能开展农村建设和发展农业现代化？

（3）西部农林业和草原牧业发展持久滞后。由于管理不善，经营粗放，加上某些政策走偏，致使十年动乱遗留问题与新产生问题交错叠加，不但未能实现小平同志发展西部农牧业和牧区少数民族经济的战略构想，反而加大了东西部发展和贫富差距，使老少边牧山区经济大都处于困境。

（4）国土生态环境治理上，仍一直推行重林、轻草、“一刀切”的做法，以致累计耗资巨大，而水土流失、沙漠化、石漠化整体扩展趋势仍未根本改变。由于忽视生物技术治理，工业“三废”、

城市垃圾、农业化学、养殖粪便等污染依然严重。

(5)农业生产体制上，由于缺乏引导机制与支持，长期处于小型、分散个体经营和生产初级产品效益低下的方式，越来越不适应科技推广、市场经济发展和提高自身效益的形势要求。

综上所述，如果我国农业仍然继续在18亿亩耕地上做文章，粮食自给率最多达95%；农业产值不能翻番增长，多数农民收入仅靠千把斤粮食产值；西部农林牧业和少数民族经济继续处于贫困落后状态；半壁江山水土流失、沙漠化、石漠化继续蔓延；农牧业继续处于小型分散个体经营、生产初级产品效益低下的状态；那么农业现代化就无从谈起。因此，我国的农业现代化必须根据国情和现实问题走创新之路，要能系统完善地破解耕地粮食、草地农业，以及西部基础经济、国土生态环境、生产经营体制等基本难题，使之得到全面持续的科学发展，这才是中国特色的农业现代化道路。

三　钱论为中国特色农业现代化绘制科学蓝图

钱论正是针对上述国情难题，遵循小平同志的农业战略构想，为中国特色农业现代化绘制出精致的科学发展蓝图。主要内涵是：

(1)全面优化开发利用国土资源，发展生物技术革命和五大战略性新兴产业，破解耕地粮食紧缺难题，为三农持续发展，实现农业现代化，创造资源条件。

钱论提出，除优化利用耕地发展知识密集型农产业外，要充分优化利用林地、草原、沿海滩涂和沙地，发展知识密集型林、草、海、沙新兴产业。这就打破了重在18亿亩耕地上做文章的思想束缚，把“三农”发展和农业现代化建立在用之不竭的整体国土资源基础上。同时，强调要充分利用五大产业的副产物、废弃物，通过生物技术，成百倍、上千倍地发展优质饲料，用于养殖业。这不仅可以肉代粮，减少国家粮食消耗，更重要的是可代替目前饲料用粮的30%～50%，从根本上化解人畜争粮矛盾，从而可腾出数亿亩耕地生产人用粮。除确保我国粮食永久安全外，还可支援世界缺粮国家，打破美国以粮食谋霸权的企图。这正是小平同志期望的农业“破题”之作，它为中国特色农业现代化提供了资源保障。

(2)钱论五大产业都是知识密集的，即在技术与管理上要应用现代一切实用的先进技术(包括良种、水利、施肥、植保、机械、生化、信息，尤其是生物工程技术)与科学管理方法；在运作机制上，要求每个产业都形成种植、养殖、加工、销售相结合的产业链，运行中，按照系统工程程序，做到各层次各环节间的能量转化物质循环生产；再通过一、二、三产业1∶2∶2的经营增值效应，使产值得到几何级数式增长。这就从根本上破解了农业产值长期低迷的难题，可实现小平同志关于主要靠多种经营使农业翻番的战略构想，为“三农”发展和农业现代化孕发出强大的内在动力。

(3)钱论以创新思想提出在西部大开发中，要重点发展高起点的草、沙、林产业。钱老2000年致函江泽民总书记时指出，历史上的两次西部开发，都未能改变西部面貌，是因为：一没有抓好农(牧)业基础建设；二不顾西部特点，搞一刀切；三没有发挥当地资源优势。由此提出：“在当前西部大开发中，要重点抓好草产业、沙产业、林产业，起点要高，要都是知识密集型的。而且一开始就搞产业化，形成生产、加工和销售一条龙，并注意综合利用，做到生产实行工厂化管理。”“由此发展起来的小城镇已大大缩小了工、农间及城乡间的差距。发展结果是西部地区不仅摆脱贫困，而且将在21世纪的中后期，迈向共产主义的康庄大道。”同时，钱老身体力

行，在钱论提出后20年里，为西部发展沙、草、林产业付出了巨大心血。如对甘肃、内蒙古开展的沙产业、林产业示范典型，常给予支持鼓励。对草原牧区开展的草产业试点项目也经常关怀、指导。对试点中创立的草产业系统工程框架和基本模式，以及全国建立草地管理建设十大基础体系、制定国家草原法等成果，也予充分肯定。还为加强草原管理，亲自上书国务院领导，建议设立国家部级草原管理机构草业部，指出这是涉及子孙后代的百年大计。正是在钱老关怀指导下，西部省区涌现出了许多发展沙产业、林产业、草产业的先进典型。他们在技术、管理、体制、效益上都体现了跨越发展。有的荣获国家科技奖项表彰，有的受到各级领导、社会各界的称赞，成为西部尊重规律、开拓创新、延伸产业链、对接大市场、造福老百姓的榜样。

钱论在西部的上述实践成果，破解了西部农牧林业和老少边牧山区长期发展滞后的难题，为实现民族地区后来居上、跨越式发展注入了造血功能。使小平同志关于西部农牧草业和牧区少数民族经济发展的战略构想开始实现。

四　钱论对国土生态环境治理，提出“寓治理于发展之中”的创新战略。即通过深入开展生物技术革命发展五大绿色产业，进行国土生态环境的多层次综合治理

（1）国土治理的根本是恢复地表植被（“黄土不露天”）。钱论五大产业首先是建立于天然或人工种植的绿色植被基础上，并提倡在施肥和植保（病虫鼠害防治）中推广生物技术，从而把产业发展基础同国土绿化融为一体，形成相辅相承不可分割的互动关系。因此五大产业发展到哪里，哪里的水土流失、沙漠化、石漠化就得到治理。这就从根本上破解了国土生态持久恶化和治理上搞一刀切的弊端，这就把小平同志关于种草治理水土发展林牧的战略构想落到实处，达到国土治理同农业现代化的有机结合。

（2）钱论强调五大产业在每一生产环节中，都要将废弃物通过生物技术转化，达到循环利用。如将秸秆、枝叶、草灌、糟类等，加工成饲料；利用畜禽粪便种蘑菇、养蚯蚓、制沼气或加工成鱼饵料，把沼气渣、塘泥再用来肥田。钱老估算，未来五大产业除提供传统的主产品外，每年约有几十亿吨的残余物，这些碳水化合物类的物质，均可转化为饲料、化工原料、沼气或生物质燃料。从而使传统农业生产方式得到转变，为中国特色农业现代化建立起绿色低碳、节约高效的生产机制。

（3）钱论倡导应用生物技术，处理工业“三废”和城市垃圾，使之变为可利用的资源。

综上所述，钱论倡导深化利用生物技术，多层次治理农林牧区、城市和工矿区的“三废”污染，把有害物质转化为有用资源，既达到城乡生态环境优化，又为社会增添财富，具体阐释了“寓治理于发展”的本义。从而为我国生态文明建设指出创新之路，为中国特色农业现代化生态环境化提供深层次的保障。

五　钱论在五大产业生产体制上，倡导发展适应科技推广和市场经济要求，农、工、商（即一、二、三产业）结合的产业化集体经济

钱论多次提出，要推广并完善如华西村、刘庄那样的农工商一体化富有集体。在草产业发展中，他非常赞同试点建立的以家庭牧场为基础，牧工商服务公司为龙头，“草、畜、工、贸四结

合”的经济联合体。如内蒙古鄂尔多斯市达拉特旗建设的家庭牧场的“五股地模式”及经济联合体。他说:“这样的先进集体,才是可以进入草产业的第六次产业革命的典型。”钱老认为,这样的集体经济将推动“三农”和农业现代化蓬勃发展,从根本上改变农牧林区的面貌。他说:“知识密集型五大产业的基地在农村、林区、草原、海边滩涂和沙区。这些本来落后的地方,将通过农、工、商联合经营,发展成为与发达城市一样的未来居民区。”这就把小平同志关于农业改革发展的第二次飞跃的战略构想落到实处,为中国特色农业现代化的运行找到最适宜的生产经营体制。

农业现代化是国家“四化”中最薄弱的一环,也是全国实现小康目标中难度最大最敏感的热门课题。由自然禀赋决定和社会传统影响,我国农业现代化在人口、资源、环境、富裕的博奕中,存在着几大基本矛盾与潜在危机。这是一项充满变数的复杂系统工程,不是一方农业专家仅靠某项或某几项技术措施就能奏效的;必须从国情和全局出发,针对问题,整体设计,通过统筹兼顾、制度保证、科技创新(特别是生物技术革命)和有序发展农业型五大战略性新兴产业,转变现行农业产业结构、生产方式、运作机制及经营体制,才能解决问题。

钱论倡导第六次产业革命,发展知识密集型五大产业,都是高度综合的、良性循环的、科学管理的、生态优化的、多层次高效的产业化集群,正是当前国家需求的战略性新兴产业,是中国特色农业现代化创新之路。

钱论贯穿着生物技术革命和知识密集产业的红线,它本身就是人类第六次产业革命的体现。

钱论不仅能引领中国特色农业现代化走向成功,而且对世界发展中国家的大农业振兴,以及面临资源、生态、效益危机的发达国家的农业转型,也具有深远的科学指导意义。

钱论是钱老爱国爱民的博大情怀、科学睿智的渊博知识及同上百位专家学者志士实践交流的结晶,是“集大成智慧”的产物。

作为钱论诞生地的国人,我们应从上到下,倍加珍爱、学好、弘扬这一保障国家民族发展兴旺的科学宏论。

我们呼吁:党和国家领导层,要十分珍惜和深入研究钱论,不仅是对沙产业、草产业等五大新兴战略产业全面认识,而且对自以为了解的企业,也要重新认识,使其实际上成为指导中国特色农业现代化的指针与蓝图,定为国策,率领全党全民向科学进军,以全面实现“四化”目标。要看到,钱老不仅具体组织领导了中国国防现代化,带动了国家工业现代化和科学技术现代化,而且实际上谋划了中国特色农业现代化。钱老是中国“四化”的战略科学家,我们要把他的创新理论转化为富民、长治久安的新的社会主义生产力。

作者简介:

李毓堂,男,1932 年 10 月出生,山西省太原市人,中央民族大学民族专业研究生毕业,研究员。国务院农业技术突出贡献证书及特殊津贴奖获得者,英国皇家联盟科学院荣誉院士。现任中国系统工程学会草业专业委员会主任,联合国工业发展组织中国投资与技术发展促进处绿色产业专家委员会委员,中国老教授协会农委理事。20 世纪 80 年代主笔起草首部《草原法》,主持建立全国草地管理建设十大基础体系,创建草业系统工程基本理论与模式,获国家部级科技进步二等奖等多项奖项。编著《钱学森知识密集型草产业及第六次产业革命的理论与实践》、主编《中国资源百科全书·草地资源学卷》、著有中国首部《草业》专著等书,在学术刊物上发表论文 100 多篇。

钱学森沙产业理论是
20 世纪最伟大的科技成果之一

夏　日

内容提要

钱学森沙产业理论，最集中最具体地体现了第六次产业革命理论，得到了胡锦涛总书记的肯定赞扬和推广。沙产业理论为解决中国的生产、生活、生态三生恶性循环，城乡二元结构，城乡、工农、体力劳动和脑力劳动三大差别，解决世界人口、资源、环境三大危机，荒漠化、贫困化、气候变化三大难题，指明了方向，找到了路子，提供了办法，是 20 世纪最伟大的理论成果和科技成果之一。纪念钱老百年诞辰，就要不负钱老重托，努力把沙产业推向全世界。

今年是辛亥革命 100 周年，也是人民科学家钱学森院士诞辰百年。

伟大的时代发生伟大的事件，伟大的时代诞生伟大的人物。

钱学森院士就是 20 世纪这个伟大时代诞生的一位伟大的爱国主义者、战略科学家和思想家。他为祖国为世界人民做出了伟大贡献！

钱学森院士在科学技术领域的建树很多，其中沙产业理论及第六次产业革命理论就是 20 世纪最伟大的科技成果之一。

沙产业思想是钱学森院士，1984 年《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》一文中提出来的。他系统阐述了知识密集的农业型产业的科学思想、理论内容，总结研究了人类历史上前五次产业革命所引起的生产体系和经济结构的变化，并推动了社会进步之后，指出："那么创立农业型的知识密集产业所将引起的生产体系和经济结构的变化，不是 21 世纪将要在社会主义中国出现的第六次产业革命吗？这不是一个值得深思的严肃问题吗？"（《钱学森论沙产业、草产业、林产业》第 17 页，西安交通大学出版社 2009 年 12 月第 1 版，以下简称《三论》）

首先引录钱学森院士对沙产业的几段十分精辟而概括的论述。"怎样才能使西北地区的农业走出困境？我想，西北地区是大片的戈壁沙漠，大约有 16 亿亩，和我国农田面积差不多。戈壁沙漠干旱少雨，但干旱少雨的另一面是阳光充沛。这是西北地区农业发展的不利和有利条件。问题是我们过去对不利条件看得重，故侧重于'治理'，搞植树防沙、堵沙等。这是对的，也有成绩，但有点消极。对阳光充沛这样的有利条件，则没有注意从积极的方面去利用和开发。1984 年，我基于对高科技农产业的理解，结合西北地区的特殊情况，提出了在我国西北地区要建设沙产业、草产业和林产业的观点。"

"如在 21 世纪实施西部大开发战略，自然起点要高。所以我提出的林产业、沙产业和草产

业，都强调是知识密集型的，要把现代科学技术包括生物技术、信息技术都用上。而且一开始就搞产业化，形成生产、加工和销售一条龙，并注意综合利用。这种高技术产业化的农业，实际上已和工业及经贸、服务等第三产业结合起来了，所以可以做到对农业生产实行工厂化管理。由此发展起来的小城镇，已大大缩小了工、农之间以及城、乡之间的差距。这也是我过去说的信息技术革命和生物技术革命所带来的必然成果。”

“沙产业就是在‘不毛之地’的戈壁沙漠上搞农业生产，充分利用戈壁滩上的日照和温差等有利条件，推广使用节水技术，搞知识密集型的现代化农产业，这是完全可能的。国际上以色列比我国西北地区的自然条件更恶劣，但他们在沙漠上开发了现代化的农业，且经济效益十分可观。我国甘肃省的张掖地区从 1994 年开始试搞沙产业，在实践中创造了“多采光、少用水、新技术、高效益”的沙产业技术路线，并取得很大成绩，粮食自给有余、蔬菜瓜果东运销售并出口，还带动了一批加工企业的发展。由此我认为，我们在西部开发中，首先要转变关于西部沙漠的思维定势，看到沙漠上也有搞农业的有利条件。所以不仅是“治理”，更重要的是“开发”，将治理蕴含于开发之中，这就是我提出开发沙产业的指导思想。张掖地区的一套经验和做法如果推广到整个西北地区，甚至包括高寒的西藏和新疆地区，其前景将是非常可观的。”

钱老在论述中提出了新的沙漠观和沙产业概念、内涵、意义和指导思想。

下面就谈谈我对钱学森沙产业理论的理解。

一　沙产业的内涵即核心内容和基本特征

沙产业就是在“不毛之地”的戈壁沙漠和沙漠化土地上搞农业生产，充分利用戈壁滩上的日照和温差等有利条件，推广使用节水技术，搞知识密集型的现代化农产业。

1. 沙产业的载体是沙漠戈壁和沙漠化土地

首先要转变对西部沙漠的思维定势，看到沙漠上也有搞农业生产的有利条件。我国西部地区属干旱半干旱地区，有着大片的沙漠戈壁和沙漠化土地。沙漠戈壁和沙漠化土地的缺点是干旱、少雨、风大，优点是阳光充沛、日照时间长、昼夜温差大，也是“一个土地资源。”（草原、草业和新技术革命，《三论》第 4 页）“我觉得沙漠戈壁不是完全不毛之地，关键是我们要经营，用科学技术经营管理。”（1994 年《在会见沙产业研讨会代表时的讲话》，《三论》第 26 页）“沙漠戈壁并不是什么也不长，极干旱不长植物的只是少数，大部分沙漠戈壁还是有些降水，有植物生长，有的还长不少的多年生小植物。也有小部分干旱地沙漠化了，那是可以引水灌溉的。”（创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业，《三论》第 12 页）“沙漠戈壁并非不长植物，并非无可作为，沙漠戈壁也可人工种植，永续利用”（1985 年 8 月 2 日致沈荣骏副主任信，《三论》第 95 页）“沙漠戈壁不是没有生物，我们应该让生物利用太阳光能为人类创造财富。”（1984 年 9 月 21 日“钱学森建立沙产业理论十周年纪念会”上的书面发言，《三论》第 369 页）通过推广节水技术，可以在沙漠戈壁沙漠化土地上开发知识密集的现代化农业。“沙漠要充分发挥它的作用，那就靠沙产业了，……在不少于 100 年的过程中，改造利用沙漠，这就是沙产业的任务。（1994 年 9 月 29 日《在会见沙产业研讨会代表时的讲话》，《三论》第 27 页）

“沙产业发展要有有效的组织，否则就会破坏沙漠生态环境。……有好些问题要做群众的工作，要合乎群众的思想，去激发他们的积极性并要有效地组织，否则会把资源破坏。……不

要再去乱挖乱弄，好容易种的就乱来是不行的，大家一定要研究这个问题，做一些试验，然后就立法开发利用沙漠，一定要首先对环境保护。(1994 年 9 月 29 日《在会见沙产业研讨会代表时的讲话》,《三论》第 30 页)“我国的治沙事业是全世界领先的，为世人所称道。那么我国现有的沙漠化土地大概 6 亿亩，可以治沙、防沙、制止沙漠化工程也是沙产业的一部分。”(1991 年 3 月 11 日《发展沙产业大有可为》,《三论》第 24 页)发展沙产业一定要与防沙治沙、生态保护结合起来，不能造成新的破坏。既要“将治理蕴含于开发之中”，也要将开发蕴含于治理之中；既要将产业生态化，又要将生态产业化。

根据理解可以从沙产业理论中概括出处理开发与治理、产业与生态的十大原则。

①开发利用沙漠与防沙治沙的一致性原则，产业生态化、生态产业化；

②“以人为本”的原则，如果没有人或不是为了人，那么开发与治理都无任何意义；

③防治用管有机结合的原则，以“用”带“治”，以“用”促“防”，变“有害”为“有用”；

④切断人为破坏源的原则，以“精”代“广”，以“有用”促“不用”；

⑤“以水为先、先水为限”的原则，以水的多少和用补平衡决定种什么、不种什么，决定产业布局；

⑥讲求“投入产出”的效益原则，一定要做到经济、社会、生态效益同步实现，生产、生活、生态良性循环；

⑦知识密集型原则，运用一切可以运用的知识和高新科技；

⑧市场化原则，产业化发展、企业化管理、市场化运作；

⑨分类对待分阶段进行的原则；

⑩不断探索试验的原则。

2. 沙产业是农业型的产业

“农业型产业是指像传统农业那样，以太阳光为直接能源，靠地面上植物的光合作用来进行产品生产的体系。太阳光是一个强大的能源，在我国的地面上，每平方厘米每年就有 120～200 大卡的能量，也就是每亩地上每年接受的太阳光能量相当于 114～190 吨标准煤！农业型的产业就有这个得天独厚的优势。”(创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业,《三论》第 5 页)农业型产业的基本特点和优势是资源丰富、可再生，生产要素取之不尽、用之不竭、无绝对限制、可人为利用科学技术不断补充优化。正是这一特点和优势，可使人类及生物多样性有了生存和可持续发展的基础和前提。农业产业的潜力同样有相对无限性。一是面积大，可以利用所有能生长植物和藻类的土地和水域进行生产，如果沙漠戈壁能够利用，那么地球表面基本上就没有不可以利用的地方了；二是作为生产要素的科学技术，有不断发展创新的可能性或叫做相对无限性，因此农业型产业利用科学技术也有相对无限性；三是随着科学技术的不断发展创新和发现发明，可以不断提高产品产量、质量和组合加工产生新产品，满足人类生产生活的多样化需求。钱老曾指出内蒙古的优势产业就是沙产业和草产业。这个论断，就是从农业型产业的本来特长和得天独厚的优势出发，从事物的长远和本质上看问题的科学结论。一次性矿产资源虽然现在开发利用、创造财富、一时成为支柱产业，但如果枯竭和吃光用尽之后，最终能为人类提供生存生活条件和可持续发展的就是可再生资源，即农业资源。内蒙古有着广袤的沙漠戈壁沙漠化土地和草原。如果能把沙产业、草产业抓好，就会形成新的经济增长点，也会使生态改善，群众生产水平提高。

农业型产业的基础是种植植物（包括藻类），并以种植为基础进行养殖。只有种植才能利用植物光合作用，吸收转化阳光能源为植物蛋白、碳水化合物、油脂、糖分等有用物质；只有养殖才能把植物蛋白转化为动物蛋白并产生更多的有用物质。因此农业型的知识密集沙产业的基础是种植和养殖。没有种植就没有沙产业，但种植绝不能破坏生态。没有养殖就没有沙产业的高效益。

3. 知识密集是发展沙产业的关键

沙漠是干旱半干旱和一部分半湿润地区的产物，干旱少雨缺水风大沙多是沙漠戈壁沙漠化土地的基本特性和本质性缺陷。但也不是完全没有降雨，完全没有降雨和地下水的只是少数，只要有些降雨就能渗透到地下并且加以储存。沙漠戈壁沙漠化土地的最大优势是阳光充沛、太阳能量大、积温高、温差大。钱学森沙产业理论，就是要用密集的知识和一切可以利用的已有的和继续发现的，以及专门组织攻关研究成功的科学技术，按照"多采光、少用水、新科技、高效益"的技术路线解决节水、平衡用水和补充水的问题，解决多用阳光、留住阳光、多转化阳光的问题，解决高产、优质、高效益多效益可持续发展的问题，解决生活、生产、生态这三生良性循环问题，然后利用沙漠戈壁沙漠化土地这样一个面广、绿色的土地资源建设现代化大农业，让沙漠戈壁沙漠化土地解决人类需要的食品、饮品、药品、油品和用品，为人类创造财富，为人类服务。从动植物的良种选择培育，到种植饲喂等各个环节，从产品的综合加工、综合利用到储运、销售等全部过程都要千方百计运用高新科学技术和运用科学技术保证沙产业可持续发展、良性发展和科学发展。以色利的实践和甘肃、内蒙古的实践已经证明了钱学森的设想是可行的。以色列在沙漠里发展农业不但满足了本国需要，还出口蔬菜到欧洲，成了欧洲的冬季菜园。甘肃省的大棚果蔬既保温又节水，产品东运到各地。内蒙古的沙漠水稻、沙地梭梭接种苁蓉、甘草、苦豆籽、沙棘、沙柳、葡萄等沙生植物生产以及螺旋藻、小球藻生产等都渐成规模。

4. 一条龙产业链是沙产业的重点

以种为基础，进行多种养殖和工厂化养殖，多层次加工，综合利用，循环利用，形成种养加科工贸一条龙生产链。首先是种植的植物加工，饮、食、油、药、用品加工，饲草料加工，养殖的畜、禽、鱼、虫、兽的加工以及粪便的利用和有机垃圾的沼气化等。"要提高农业的效益，就在于如何充分利用植物光合作用的产品，尽量插入中间环节，利用中间环节的有用产品。例如利用秸秆、树叶、草加工成配合饲料，有了饲料就可以养牛、养羊、养兔，还可以养鸡、养鸭、养鹅；牛粪可以种蘑菇，又可以养蚯蚓。养的东西都是产品，供人食用；蚯蚓是饲料的高蛋白添加剂。它们排出的废物也可以再利用，加工成鱼塘饲料，或送到沼气池生产燃料用气。鱼塘泥和沼气池渣才最后用来肥田。"（创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业，《三论》第 6 页）插入的生产加工环节越多，才能更多地运用科学技术，才会多出产品，提高产品质量，提高经济效益。

5. 运用系统工程的知识、技术和方法，组织管理生产经营活动

"研究发展农业系统工程是创建知识密集农业型产业的重要内容。"（创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业，《三论》第 15 页）"什么叫系统？系统就是由许多部分所组成的整体，所以，系统的概念就是要强调整体，强调整体是由相互关联、相互制约的各个

部分所组成的具有特定功能的有机整体,而且这个系统本身又是它所从属的一个更大系统的组成部分。系统工程就是从系统的认识出发,设计和实施一个整体,以求达到我们所希望得到的效果。我们称之为工程,就是要强调达到效果,要具体,要有可行的措施,也就是实干,改造客观世界"。(智慧的钥匙——钱学森论系统科学,《系统工程与系统体系的体系》,上海交通大学出版社,2005 年 4 月第 1 版)农产业是一个复杂的巨系统,不利用系统工程的技术和方法,没有整体的设计,系统地组织协调、统筹和管理,是断然达不到预期效果和目的的。系统工程是科技,也是管理。优化管理是改革的出发点和落脚点。

6. 实行产业化发展、企业化管理、市场化运作和工业化转化

钱学森院士提出:"我国农业面临的大问题是用现代市场及现代科学技术改造传统农业,也是坚持社会主义产业的两个转变。我认为,这实际是农业产业化,即我国的第六次产业革命。"(1996 年 12 月 22 日致周嘉槐教授信,《三论》第 496 页)"现在完全是面向市场,所以我不知道同志们考虑没考虑,我们的沙产业要发展,也得走这条路。因为我们整个国家是走市场化的路。经济体制,老一套是不行的,慢慢地再把组织搞起来。""这个组织是社会主义市场经济体制下的组织。"(1994 年 9 月 29 日《在会见沙产业研讨会代表时的讲话》,《三论》第 29～30 页)在 1996 年 5 月 23 日致包建中同志信中谈到:"你既然提出第六次产业革命,那就必须明确,目标是产业化,即农工贸一体化;不只是搞'三色农业'(农林草沙产业是绿色农业、海产业是蓝色农业,用工业能源通过微生物生产的称白色农业)的生产,还要将'三色农产品'加工成商品并推销入市场。也就是我国的所谓'龙型经济'。只有产业化了,才是我们所说的第六次产业革命"。(《三论》第 470 页)"'农业产业化'一词实际是指农业作为第一产业向现代化的第二产业转化,所以在将来人类社会历史上起过重大作用的第一产业会消失,变为农工贸一体化的现代化的大企业。"(1997 年 1 月 9 日至包建中研究员信,《三论》第 500 页)"它将成为集信息、金融、管理、科技、生产、加工、运输、商贸于一体的集团公司。"(1994 年 6 月 30 日致于景元同志信,《三论》第 353 页)"第六次产业革命就是要消灭个体操作的第一产业,使农业也进入第二产业和第三产业,从而大大引入现代科学技术。现在我国已有这样的例子,如山东省就出现所谓龙型农业组织:在一个地区,由一个公司牵头,叫集团公司,下面有农产品加工厂,有市场贸易公司;集团公司还有科技服务公司、农业服务(包括种子、化肥、农机、灌溉)公司;集团公司与农户签订合同,提供信息和服务,收割后按合同收买农产品。这不是第一产业了,是第二产业,第三产业。""有了这样的农业,科技成果将能普遍推广。例如:我国有大约 20 亿亩的沙漠、戈壁及沙化土地,用以色列的滴灌技术加造林,就能至少把其中一半,10 亿亩改造成农田。北方草原也可以改造。在盐碱滩涂可以种耐盐碱的作物,如甜高粱,以及人工分子育种的耐盐豇豆(见《中国科学报》1995 年 2 月 17 日第一版)等。最后一定会发展到全部农田用大棚封闭,人工调节棚内气温。那是农田的彻底工厂化了。"(1995 年 3 月 17 日致李振声院士信,《三论》第 407～408 页)

以上 6 条,我理解就是钱学森沙产业理论内涵中的核心特征,是钱学森院士用系统工程思想对农业产业革命即第六次产业革命这个复杂巨系统,运用从定性到定量的综合集成法提出的沙产业的规定性内涵和规定性特征。沙产业虽有其"沙"的特殊性,也有其特殊原则,但都适应于其他农业型知识密集产业中的农产业、林产业和草产业等陆地产业,且更具典型性和代表性。

钱学森在第六次产业革命理论中还提出一系列理论性、政策性、改革性和方法性的原则、措施，诸如要用现代市场经济和现代科学技术改造传统农业；要解放思想、换脑筋，要广泛宣传、提高认识；要站得高些，看得远些；要把第六次产业革命放在战略高度，组织全国力量进行研究；要办好教育，培养人才，提高干部群众的文化知识水平；要加强科学技术研究，组织多学科攻关；要尊重自然规律、地理科学规律，进行地理建设；要加强组织领导，进行科学规划，搞实验、建基地、树典型，不断探索，区别对待，分阶段进行；要用“两弹一星”精神实干。他还反复建议从事业发展需要出发，成立沙业部、草业部、总体设计部等等，也都适用于沙产业。

我以为，上述内涵、特征及原则、措施是构成钱学森沙产业理论的主要内容。

钱老指出：沙漠戈壁和沙漠化土地上还有另一项非常重大的产业，如太阳能发电、风力发电。还有风积沙利用等产业。但都不通过植物的光合作用，因此不属于农业型沙产业，而是非农业型的沙产业。农业型沙产业和非农业型沙产业的发展，开启了人类变沙害为沙（砂）利，利用沙（砂）漠为人类服务的新时代。

二　沙产业的意义

2008 年元月 19 日，胡锦涛同志到家看望钱学森院士时，用内蒙古自治区鄂尔多斯市的实践经验证明钱学森沙产业理论的正确和重要，发表了有深远意义的关于沙产业的著名谈话。胡锦涛同志对沙产业理论思想，做了概括性论述之后，对钱老说：“前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好，沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有了明显的提高。”接着又深情地对钱老说：“钱老，你的设想正在变成现实。”（2008 年元月 20 日人民日报）

2002 年 12 月，内蒙古沙产业草产业协会成立时，钱学森院士不但破例答应作为我们协会的名誉顾问，而且专门为时任内蒙古党委副书记、协会名誉会长的杨利民同志和笔者致信祝贺。信中说：“喜闻内蒙古自治区沙产业、草产业协会成立，我认为，这是内蒙古自治区贯彻落实十六大精神，全面建设小康社会的一项重大举措。对此，我谨表示热烈祝贺！”接着指出：“江泽民同志在十六大报告中讲到西部大开发问题时提出：‘积极发展有特色的优势产业。’内蒙古的优势产业是什么？我认为就是沙产业和草产业，这是内蒙古新的经济增长点。只要内蒙古的同志紧紧抓住这两大产业，真正建设成知识密集型的沙产业和草产业，内蒙古的社会主义现代化建设就会迈上一个新的台阶，内蒙古的生态环境也会得到改善。”（致杨利民同志、夏日同志信，《三论》第 538 页）2001 年 5 月 30 日在致赵永亮、郝诚之同志信中说：“你二位 2011 年 5 月 20 日给我的信和‘关于内蒙古东达蒙古王集团在库布齐沙漠实施沙柳综合利用产业化工程’的材料我都看到了，非常感谢！看了你们的材料，我认为内蒙古东达蒙古王集团是在从事一项伟大的事业——将林、草、沙三业结合起来，开创我国西北沙区 21 世纪的大农业！而且实现了农工贸一体化的产业链，达到沙漠增绿、农牧民增收、企业增效的良性循环。”（《三论》第 537 页）1995 年 3 月 17 日致李振声院士信中说：“对我国农业不能就为 15 亿人口，要是中国人口到了 20 亿、30 亿怎么办。也就是这个原因，所以这几年来，我一直在宣传第六次产业革命。”（《三论》第 407 页）“第六次产业革命是以太阳光为能源，利用生物（包括植物、动物及菌物）和水与大气，通过农、林、草、畜、菌、药、渔、工、贸的知识密集型产业的革命。其社会后果是消灭工业和农业的差别，消灭城乡差别，农村、山村、渔村等都改造为小城镇了。”“第五次产业

革命最终将消灭体力劳动和脑力劳动的差别。"(1994年1月2日致王寿云、于景元等同志信,《三论》第322～323页)"引入高新技术以及高新技术产业——新材料、信息技术等,将会出现前所未有的新产业,一个真正知识密集型的农产业、草产业、林产业、沙产业和海产业将在人类历史上登上舞台了。而这是从小弟弟沙产业做起的!高新技术将引发人类历史上的第六次产业革命!中国人可以当带头的。"(1995年12月10日至刘恕同志信,《三论》第445页)

甘肃省张掖、武威地区的实践,内蒙古鄂尔多斯市、阿拉善盟、赤峰市等地市和东达蒙古王集团、甘肃大漠之光生物科技公司的实践,完全证明了钱学森沙产业理论的正确性、科学性、实用性和可操作性。

从以上引录中,我们可以知道,发展沙产业的意义很深远。

(1)从沙产业起步,将引领农业型知识密集产业——农产业、林产业、草产业、海产业登上人类历史上第六次产业革命的舞台。

(2)发展沙产业将会使沙漠增绿、农牧民增收、企业增效,实现生活富裕、生产发展、生态良好的良性循环。

(3)第五次产业革命及从沙产业做起的知识密集的农业型产业的创建,最终将消灭工农差别、城乡差别和体力劳动与脑力劳动的差别,彻底改变城乡二元结构的困扰。

(4)第六次产业革命将解决中国人口增长到20亿、30亿时带来的生产生活问题。

(5)知识密集的农业型沙产业的意义,最集中最具体地体现在它的9大功能上:

①生态功能,也即防沙治沙功能;

②致富功能,也即经济功能;

③科技功能;

④绿色功能;

⑤集约功能;

⑥节约功能;

⑦集群功能;

⑧多元功能;

⑨再生功能。

三　要把沙产业推向全世界

2004年12月25日上午,在钱学森办公室和中国科协原副主席刘恕同志安排下,我们登门探望钱老,钱老及夫人蒋英同志,长子钱永刚教授和钱办的同志们都热情地接待了我们。我第一次面见钱老,他比影视、图片中看到的更慈祥、更亲切。虽然坐在床上,但他红光满面,双目炯炯有神,显得很精神,对周围五六个人的问候一一作答,思维敏捷,很健谈。会谈气氛热烈,令我十分高兴欢快。我向钱老简单地汇报了内蒙古沙产业、草产业协会成立以来的工作情况,钱老听得很认真,笑眯眯的,看样子很高兴。钱老在肯定协会工作很有成绩,做出了榜样,带了个好头之后,给了我们一个充满信任和期望,又让人感到不容怀疑和动摇的重托:"要把沙产业推向全世界。"把沙产业推向全世界,是人民科学家钱学森的本意,因为沙产业理论,以及由沙产业起步的包括农、林、草、海、沙五大产业在内的知识密集型农业产业革命理论,就是钱学森院士为中国人民及全世界人民的生存发展而创立的。

中共中央总书记、国家主席胡锦涛同志对钱学森沙产业理论有理有据的评价，表明钱学森沙产业理论已经通过实践的检验，得到了中国政府的认可和肯定。胡锦涛同志谈话后的三年时间里，中央在多个文件中指示各地要加快发展沙产业。国家林业局、内蒙古和宁夏自治区政府相继出台政府红头文件，推动沙产业发展，沙产业事业进入了党政工作的议事日程。总书记对沙产业的重要谈话，不但是对钱学森沙产业理论的肯定和赞扬，也是带头宣传推广沙产业理论，宣传推广鄂尔多斯发展沙产业的经验，其重大意义和作用就是把钱学森沙产业理论和沙产业推向全国、推向全世界，为国家，为中华民族，也为世界人民带来福祉。

钱学森沙产业理论在中国实践的初步成功，完全证明了沙产业理论的正确、科学和实用。既能解决中国沙漠化、人口增长、沙区人民贫困的问题，实现"三生"良性循环和消灭"三大差别"、消除"二元结构"，也为解决世界"人口、资源、环境"三大危机，"荒漠化、贫困化、气候变化"三大难题，指出了方向，找到了路子，提供了办法。因此可以说，沙产业理论是20世纪最伟大的理论成果和科技成果之一，是中华民族为世界人民做出的又一伟大贡献。

我们纪念钱学森百年诞辰，就要不负钱老重托，不忘总书记重视，把沙产业推向全世界，为实现第六次产业革命不懈努力！

沙产业是内蒙古的战略性产业

巴特尔



发展沙产业、草产业是我国著名科学家钱学森先生首先倡导提出的。早在上世纪60年代，钱老就以其远见卓识，提出了用科学技术改造利用沙漠，经营管理沙漠，化害为利、造福人类的设想，为改善西部地区生态环境，促进沙区人民脱贫致富，提供了重要的理论支撑。多年来，广大科学工作者、各界有识之士和广大基层干部群众，怀着根治沙化、造福人类的美好愿望，对沙产业、草产业进行了深入系统的研究与推动，开展了大量的实践，树立了不同类型、各具特色的沙漠和沙漠化土地治理开发的成功典型，使钱老的科学设想在实践中得到印证，在理论上更加丰富。

内蒙古是全国荒漠化和沙化土地比较集中、生态环境比较脆弱的省区之一。生态建设历来是内蒙古最大的基础建设，而防沙治沙又始终是生态建设的重中之重。进入新世纪以来，我区在实施西部大开发战略的过程中，将发展沙产业、草产业作为生态环境保护与建设的一项主要工作措施，把防沙治沙与发展地方经济、促进农牧民增收结合起来共同推进，探索出一条生态恢复、生产发展、生活改善的可行之路。在这个过程中，已经有一批以沙产业为主导的龙头企业逐步成长起来。到2007年，全区以沙生植物为原料的加工企业已有47家，实现销售收入40.48亿元，增加值14.5亿元，上缴税金1.39亿元，直接解决和带动了约20多万人就业，形成了具有较强竞争力的甘草、苁蓉、沙棘、沙柳、山杏等沙产业链条，初步形成了生态建设与产业发展良性互动的局面。胡锦涛总书记去年在视察我区时实地了解了沙产业建设情况，对这项工作给予了充分肯定。

同时，我们也必须清醒地认识到，尽管我们在防沙治沙、发展沙产业等方面取得了一些进展甚至可以说是很重要的进展，但从总体上看，内蒙古的生态保护和荒漠化防治仍然面临非常严峻的形势，防沙治沙工作任重而道远。希望各位专家、企业家和各方面热心沙产业发展的同志们继续从理论和实践的结合上，进一步深入研究沙产业发展问题，推动这项事业取得更大成效。自治区将继续把发展沙产业作为落实科学发展观、构建和谐社会的重要举措，给予更多的关注和更大的支持，努力使这项化害为利、变沙为宝的事业走上持续健康快速发展的轨道。当前和今后一个时期，要重点抓好以下几项工作：

(1)科学制订沙产业发展规划。坚持保护优先、有序开发的原则，把艰苦创业精神与科学理性结合起来，因地制宜搞好沙产业的发展规划。坚持林、草、沙三业结合，把生态治理项目与

沙产业试验示范基地建设一同规划，把生态建设与发展后续产业一同规划，把资源开发与产业集群、综合利用一同规划，真正形成农工贸一体化的产业链和农牧民的致富链。

(2)积极扶持各类企业发展沙产业。在努力争取国家发展西部优势特色产业的政策倾斜和项目、资金支持的同时，自治区也要在税收、信贷等各个方面对发展沙产业提供优惠政策，在技术、市场等方面提供优质服务。特别是要按照创建知识密集型产业的要求，支持企业开发新产品，延伸产业链，提高资源利用效率和效益。

(3)大力宣传发展沙产业的理论成果和实践成果。支持办好"钱学森与内蒙古沙产业草产业图片展"，办好"中国沙产业、草产业网站"，利用各种媒体宣传、普及沙产业知识，在全社会营造了解沙产业、支持沙产业发展的良好氛围。

(4)支持内蒙古沙产业、草产业协会发挥更大作用。协会自成立以来，主动在学术界与企业界之间搭建桥梁，做了很多有益的工作。今后协会要加强与政府、科研单位、企业和农牧民的联系和互动，共同促进我区沙产业又好又快发展。

总之，发展知识密集型沙产业，是造福人民，促进可持续发展的大事，是一项有光明前景的伟大事业。相信在科学发展观和钱学森先生沙产业发展理论的指导下，经过全区上下共同努力，我们一定能够不断总结经验，创新思路，构建起更加完备的沙产业发展体系，走出一条生态生计兼顾、治沙致富双赢、绿起来富起来结合的可持续发展道路。

作者简介：

巴特尔，男，蒙古族，1955年2月出生，辽宁康平人，在职研究生，经济学硕士。现任内蒙古自治区党委副书记、自治区人民政府主席。

历任中共第十五届中央候补委员、第十七届中央委员，十六届、十七届中纪委委员。

钱学森创建沙产业理论的实践意义

——纪念钱学森诞辰100周年

马西林



著名科学家钱学森一生的经历和成就，如他在2009年荣获"终身成就最高荣誉大奖"时，评选组委会的评语指出的："在中国的国家史、华人的民族史和人类的世界史上，同时留下了耀眼的光芒，照亮了来路。作为中国航天事业的先行人，他不仅是知识的宝藏、科学的旗帜，而且是民族的脊梁、全球华人的典范。"他是"中国航天之父"，是"中华民族英雄"。钱学森一生默默治学，成就无数，荣誉如海。钱学森晚年创建的沙产业理论是他对中国也是对人类又一重要贡献。

我接触和了解钱学森的沙产业理论是在17年前的1994年。当年9月，我作为地处巴丹吉林沙漠边缘张掖地区的地委书记，在时任中国科协书记处书记刘恕同志的关照下，参加了中国科协促进沙产业发展基金筹备组在北京召开的纪念钱学森建立沙产业理论十周年学术研讨会。会议期间学习了钱老的沙产业理论和有关专家就这一理论的阐释，使我对沙漠的认识和利用如"拨云见日，豁然开朗"。钱学森院士提出在沙漠地区发展"农业型知识密集型产业"的建议，把长期以来人们认为沙漠分布区域是人类禁区的片面认识纠正了过来，是人类认识和利用沙漠资源上的一次革命，其意义无疑是十分深远的。这一建议对于指导干旱半干旱区域沙漠治理和沙区资源的合理利用，实现环境资源、人口和区域经济的协调发展有着重要的现实指导作用。会议结束后，第二天上午，我随同参加会议的几位科学家在刘恕同志的带领下受到了钱老的接见。钱老就发展沙产业的问题又作了一次系统的阐述，并向我询问了张掖地区运用市场机制开发利用沙漠资源的情况。此后，我们以钱老的沙产业理论为指导，坚持"控制垦荒，谨慎用地，多采光，少用水，新技术，高效益"的思路，积极发展沙漠农业取得了很好的成效，并就发展沙产业的情况曾四次当面向钱老汇报，钱老曾三次给我来信，给予鼓励和指导。

时间过了17年，观察思考这期间我国以至全球经济、社会和生态环境的变化，以及我国西北各地发展沙产业的成就和经验，使我对钱学森创建的沙产业理论的实践意义有了新的认识和体会。

一　钱学森创建的沙产业理论为人类开拓生存空间指明了新方向

由于人口的压力，资源的不足，生存环境的狭小，人类迫切需要扩展自己的生存空间，并为此一直不停地探索。特别是近百年来，许多科学家进行了长期不懈地研究实践，初步提出了扩

展人类生存空间的三大方向，即："进入地下，重返海洋，飞出地球"。不少国家的政府和人民已经采取了实际行动。

(1)进入地下，一些国家已有成功的实践。修地下铁道，建地下商场，日本堪称世界第一。但大深度地下生活的许多问题还需长时期的试验研究。例如，寻找完全符合地下环境的植被及其生态问题，如何提供能源和养料，将吸收二氧化碳的植被和释放氧气的植被组合，开发出无人管理而常青不败的系统等等。

(2)重返海洋。生命是从大海诞生的，在陆地繁衍的人类，世世代代都是岛民。人类重返海洋，寻求生产食物是必然趋势。钱老在论述第六次产业革命时，就提出了要发展海产业，将其列为第六次产业革命的一项重要内容。目前提出的可行思路是实行"海水生产农牧化"，即在海洋里种植用途极其广泛的海藻和繁殖各种浮游生物，作为鱼类海洋食物创建中的初级生产者，由浮游生物构成的海洋牧场将极大地扩大鱼类的生存资源，有助于鲸鱼鲨鱼等濒危动物的繁殖。还可直接用海水灌溉农作物或使陆生植物下海。人工实现植物重返海洋，将海水野生植物改造成栽培品种；运用基因技术将不耐海水的植物改造成耐海水的植物。专家们预计，本世纪，以种植和养殖为主的海洋农业将成为海产业的主要发展方向。目前这方面需要解决的难题很多，最大的难题是如何加快人工上升流，提高海洋表层的营养盐的更新速度，营造人工的海洋"绿洲"。

(3)飞出地球。地球是人类的摇篮，人类梦想走出摇篮。从人造地球卫星、载人宇宙飞船到可以反复使用航天飞机，人类为飞出地球已经取得了诸多进展。目前人类正凭借自己的智慧朝着建立航天站，移居月球和征服火星的"三部曲"继续前进。尽管前苏联、美国的宇航员都先后登上月球，但人类成群结队移居月球、火星还是遥远的未来的事。因为月球表面的环境太恶劣。月球表面夜间的温度低到－173 摄氏度，而白天高达 130 摄氏度。也没有可供呼吸的氧气。还有月球上一个黑夜或白天相当于地球上的 14 个昼夜。至于火星上的环境，据美国发射的"探路者"宇宙飞船发回的数据显示，火星上的大气密度只为地球上的 1%，而且 95%是二氧化碳，缺乏动物所必需的氧气和植物所必需的氮。火星上有没有足够的水还没有得出最后的结论。人类要上月球、火星生活，还只能是一个梦。

面对现实，钱学森院士提出的向沙漠进军，开发利用沙漠资源，发展沙产业，无疑为人类开拓生存空间指明了一个新的方向，一个现实的方向。早在 1984 年，他提出在沙漠戈壁"不毛之地"利用现代科学技术，包括物理、化学、生物等科学技术的成就，通过植物的光合作用，固定转化太阳能，发展知识密集的农业型产业，在我国大约和农田面积差不多的 16 亿亩的沙漠戈壁和沙漠化的土地上"为国家提供上千亿元的产值"，在占全世界陆地面积 1/3 的干旱荒漠区"为人类开拓新的食品来源"。沙漠开发利用的潜力巨大，加上已有许多开发的成功经验和失败教训可供借鉴。因而，开拓人类生存空间，进军沙漠比起"入地"、"返海"较为容易，比起"上天"更为现实。开发利用沙漠资源成为开拓人类生存空间的一个新的重要的现实的方向。

二　钱学森创建的沙产业理论为我国西北地区农业走出困境提出了新思路

钱老发展沙产业的设想首先是针对我国西北地区特殊的自然地理环境和农村的经济状况

提出来的。他曾说:“怎样才能使西北地区的农业走出困境呢?我想,西北地区是大片的戈壁沙漠,……戈壁沙漠干旱少雨,但干旱少雨的另一面是阳光充沛。这是西北地区农业发展的不利条件和有利条件。问题是我们过去对不利条件看得重,故侧重于‘治理’,搞植树防沙、堵沙等,这是对的,也有成绩,但有点消极,对阳光充沛这样的有利条件,则没有注意从积极的方面去利用和开发。1984年,我基于对高科技农产业的理解,结合西北地区的特殊情况,提出了在我国西北地区要建设沙产业、草产业和林产业的观点。”钱老并为此提出了明确的指导思想和技术路线。他提出,开发利用沙漠资源,发展沙产业,要把现代科学技术包括生物技术、信息技术都用上,而且一开始就搞产业化,形成生产、加工和销售一条龙,并注意综合利用。这种高技术产业化的农业和工业及经贸服务等第三产业结合,做到对农业生产实行工厂化管理,由此发展小城镇,大大缩小工农之间以及城乡之间的差距。钱老兴奋地指出:“按照这种思路发展的结果是,我国西部地区不仅将摆脱贫困,而且将在21世纪的中后期,迈向共产主义的康庄大道。”近十几年来,甘肃河西走廊各地区以钱学森沙产业理论为指导,在沙漠区域充分利用光热资源,合理利用水土资源,广泛利用科技资源,发展高光效、节水、知识密集型农产业,取得了可观的成就。钱老开发沙产业的思想完全得到了实践的支持,这个思想对我国西北地区农业走出困境,农民脱贫致富具有现实指导意义。

三　钱学森沙产业理论为人类巩固拓展防沙治沙事业提供了新选择

面对沙漠,一直以来,人类传统的做法,要么单纯地防和治,即防止现有耕地沙漠化,治理已经沙漠化了的耕地,而且追求从根本上改变沙漠戈壁自然地理特征的目标;要么随意垦荒造田种庄稼。前一种做法,主要是强调生态效益有加,忽视经济效益不计,特别是没有重视当地群众经济利益。造成一些地方林带建设起来了,农民的生活仍然困难,甚至出现政府组织造林,群众自发砍树的现象。至于随意垦荒造田种庄稼,更造成耕地沙漠化进一步加剧。所以钱老提出:“对沙漠不仅是‘治理’,更重要是‘开发’,将治理蕴含于开发之中”,并且放弃完全消灭戈壁沙漠的目标。大量实践证明,只有把防沙治沙同开发沙漠资源,帮助沙区人民脱贫致富结合起来,才能巩固防沙治沙的成果,并进一步拓展防沙治沙事业。

作者简介:

马西林,男,1945年7月出生,甘肃省庆阳市西峰区人。1967年毕业于甘肃教育学院,同年参加工作。1971年加入中国共产党。历任西峰中学副校长、庆阳地委党校理论教员、中共庆阳地委秘书处秘书、共青团庆阳地委副书记。1983年5月,任中共庆阳地委委员、副书记。1993年8月,调任中共张掖地委书记。1998年后,任中共甘肃省委常委、张掖地委书记、宣传部部长。2002年4月,任中共甘肃省委副书记、省文明委主任、省文联主席、省对外文化交流协会会长等职。2006年2月,任中共甘肃省委新农村领导小组副组长。2009年3月起,担任中国扶贫协会副会长、中国国土经济学会沙产业分会副主任委员。著有《陇东革命史》、《伴随改革开放的思考》等。

发展沙草产业　打造绿色优势

曹征海



钱学森是享誉海内外的杰出科学家、我国航天事业的奠基人和爱国知识分子的优秀典范，曾获得“两弹一星功勋奖章”、“国家杰出贡献科学家”等一系列荣誉称号，被评为“100位新中国成立以来感动中国人物”。1955年10月，在毛泽东主席和周恩来总理的亲切关怀下，钱学森毅然放弃国外的优厚待遇，冲破美国政府的重重阻挠，历经艰险，回到祖国怀抱，满腔热忱地投入到我国航天事业的伟大实践。在以钱学森为代表的老一代航天人的带领下，我国航天事业从无到有、从小到大，开拓创新、不断发展，创造了“两弹一星”和载人航天技术的辉煌成就。作为著名科学家，钱老不仅志在强国，而且心在富民，在深入沙漠戈壁进行航天科技试验的同时，胸怀百姓，情系大漠，关注草原，创建了沙产业草产业理论，为我们合理开发利用沙草资源、促进人与自然和谐发展、加快沙区群众脱贫致富步伐，提供了极其重要的理论指导。

早在上个世纪60年代初期，钱老在内蒙古巴丹吉林沙漠从事火箭和导弹发射研究工作时，通过业余考察萌发了发展沙产业的构想，提出要用科学技术经营管理沙漠，以新的思维去研究沙漠，从新的视角去认识沙漠，用新的理念去治理、利用沙漠，最终达到变害为利、造福于民的目的。1984年6月，钱老应约在《内蒙古日报》上发表了全国第一篇关于草产业的专论《草原、草业和新技术革命》，7月应约撰写了《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》的学术文章，在内蒙古党委决策内参《调研信息》上刊发；12月，应邀在中国农科院做《第六次产业革命与农业科学技术》的学术报告。钱老在这“两篇专论、一次报告”中，第一次系统地提出并阐述了沙产业草产业理论，并预言创建农业型的知识密集沙产业草产业，将是21世纪在中国出现的第六次产业革命。以此为标志，钱老所倡导的沙产业草产业理论正式形成并在实践中不断发展。

钱老提出的沙产业草产业理论的基本内涵是：围绕一个“省”字，坚持走资源节约再生的循环之路；突出一个“链”字，坚持走“草畜工贸四结合”的龙型生态经济之路；强调一个“转”字，坚持走新型工业化的集约经营之路；追求一个“增”字，坚持走技术创新、成果集群、系统耦合、利用综合、文化衔接、效益迭加的知识经济之路。实施这一理论的技术路线是“多采光、少用水、新技术、高效益”，因此又被称之为“阳光产业”。

在创建沙产业草产业理论过程中，钱老与内蒙古结下了不解之缘。钱老考察的第一个沙漠是我区的巴丹吉林沙漠，研究的第一个草原是内蒙古草原。钱老提出的内蒙古草原建设新

理论和新模式——“利用系统工程的方法，研究并创立中国式的现代化草业和草业系统工程”，即知识密集型草产业，为我区草产业发展提供了科学的理论指导。多年来，钱老一直关注着内蒙古的防沙治沙工作，对我区沙产业草产业发展倾注了大量心血，深信在内蒙古的沙漠上一定会结出果实。他晚年婉拒了诸多团体、学会的荣誉头衔，但在2002年内蒙古沙产业草产业协会成立时，破例担任了协会的名誉顾问，并派学术秘书涂元季将军冒雪参加成立大会，宣读了他的贺信。后来，尽管钱老由于年事已高，不能亲临内蒙古实地考察，但他委托学术秘书涂元季将军、儿子钱永刚教授等专家多次来内蒙古考察。2008年5月26日，钱老委托钱永刚教授给自治区领导同志捎来一段语重心长的话：“内蒙古各族人民过去在‘两弹一星’事业上作出了贡献，现在又在沙产业和草产业上带了个好头、作出了榜样。我希望他们在沙产业和草产业上继续作贡献，并把沙产业草产业推向全国去！”可以说，内蒙古是钱老沙产业草产业理论的孕育之地、构思之地、试验之地、推广之地。

钱老大力发展沙产业草产业的思路和倡议，得到了中央和中央领导同志的高度评价。1999年，时任中共中央政治局委员、中央书记处书记、国务院副总理的温家宝同志，在著名沙产业专家刘恕同志的报告上批示：“钱学森同志和宋平同志提出在我国西部戈壁地区发展沙产业，这些重要的理论和意见值得重视。一些地区的成功实践说明，办好这件事，不仅有经济意义，而且有社会和生态意义。”2008年1月19日，胡锦涛总书记在亲切看望钱老时发表了沙产业重要谈话，总书记对钱老说：“前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好。沙生植物的加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有了明显提高。钱老，您的沙产业设想正在鄂尔多斯变成现实。”2009年钱老逝世后，经中央审定的《钱学森同志生平》，高度评价钱老晚年的重大贡献是倡导发展沙草产业，帮助农民依靠科学技术脱贫致富。

内蒙古是我国荒漠化和沙化土地最为集中、危害最为严重的省区之一，境内分布着巴丹吉林、腾格里、乌兰布和、库布齐、巴音温都尔五大沙漠和毛乌素、浑善达克、科尔沁、呼伦贝尔、乌珠穆沁五大沙地。荒漠化土地面积9.26亿亩，占全区土地总面积的52.2%，占全国荒漠化土地面积的23.5%；沙化土地面积6.22亿亩，占全区土地总面积的35.05%，占全国沙化土地面积的23.95%。全区90%的旗县集中在沙区，60%的农田和半数以上的草牧场不同程度风蚀沙化。内蒙古荒漠化和沙化土地的严重性，地处我国边疆、横跨“三北”的地理位置，多风少雨干旱的气候条件，决定了搞好内蒙古荒漠化防治、加强生态文明建设的特殊重要性。

多年来，特别是进入新世纪以来，自治区党委、政府把生态环境治理作为最大的基础设施建设来抓，明确提出建设祖国北方重要生态屏障的战略目标，并将大力发展林产业、沙产业、草产业纳入“十一五”规划。在实施过程中，运用钱老的沙产业草产业理论，坚持寓沙产业开发于生态治理之中，按照在治理中开发、在开发中保护，以开发促治理、以效益促保护的工作思路，把沙漠治理、开发、利用与推进农牧业产业化、新型工业化和城镇化紧密结合起来，不断加大沙漠、沙地生态保护和沙区可再生资源开发利用力度。经过全区上下长期艰苦不懈的努力，取得了荒漠化、沙化土地面积持续“双减少”的显著成效，总体上实现了从扩展到缩减的历史性转变。从1999年到2009年的十年间，全区荒漠化面积减少3100万亩，沙化面积减少918万亩。五大沙漠周边重点治理区域荒漠化扩展趋势得到有效遏制，沙漠面积相对稳定。五大沙地林草盖度持续提高，科尔沁、毛乌素沙地生态状况呈现持续向好逆转态势，呼伦贝尔沙地实现了沙化面积缩减、沙化程度减轻的重大转变，浑善达克沙地南缘长400公里、宽1～10公里的锁边防护林体系和阴山北麓长300公里、宽50公里的绿色生态屏障基本形成。全区生态环境呈

现出“总体恶化趋势趋缓、重点治理区明显改善”的良好局面。鄂尔多斯等地坚持“多采光、少用水、新技术、高效益”的沙产业技术路线，目前已涌现出一批以亿利资源、东达蒙古王、伊泰、宇航人、水域山、王爷地、游牧一族、毛乌素生物质热电等民营企业为代表的沙产业草产业龙头企业，甘草、沙棘、沙柳、山杏、锁阳、苁蓉、沙地西瓜、沙地葡萄、沙地花生种植和沙漠旅游等新型产业逐步发展壮大，成为“退耕还林、退牧还草”工程的后续主导产业。同时，大力推行“龙头企业＋基地＋农户”城乡一体化的经营发展模式，建成了一批有一定经营规模、各具特色的林、沙、草产业试验示范基地，不仅有效地恢复了生态，而且发展了生产、改善了城乡居民的生活，开始步入“沙漠增绿、资源增值、农牧民增收、企业增效”的良性循环，取得了显著的经济效益、生态效益和社会效益。

从 1984 年钱老提出沙产业草产业理论到现在，已经 27 个年头了。今天，重温钱老首创的沙产业草产业理论，总结回顾自治区运用这一理论发展沙产业草产业的历程，使我们进一步加深了对钱老沙产业草产业理论重大实践意义的认识。过去很长时期，人们一直把沙漠戈壁视为人类生存发展的“大敌”进行整治，没有看到它是可以开发利用的一种宝贵自然资源，结果误入了一条只注重沙地治理而忽视产业开发、边治理边破坏的恶性循环之路。实践充分证明，钱老的沙产业草产业理论，是人类对沙漠认识的新高度、新飞跃、新境界，是对传统防沙治沙理论、体制、机制的全面创新，为人类重新认识沙漠、经营沙漠开启了全新的思路，是对我国经济社会发展特别是生态文明建设的重大创造性贡献。实践也充分证明，钱老的沙产业草产业理论完全符合自然规律和经济规律，完全符合科学发展观的要求，具有很强的预见性、科学性和指导性，充分体现了钱老的远见卓识和战略思维。实践还充分证明，大力发展沙产业草产业，是促进资源合理开发利用的有效措施，是推动生态环境改善的必然选择，是荒漠化和沙化地区加快实现全面建设小康社会目标的重要途径。

党的十七届五中全会强调，要推进荒漠化、石漠化综合治理，保护好草原和湿地。国家“十二五”规划纲要提出，要加强生态建设和环境建设，积极应对全球气候变化，大力发展循环经济，推广绿色生产方式和消费方式，形成人与自然和谐发展的良好局面。今年 6 月，国务院下发了《关于进一步促进内蒙古经济社会又好又快发展的若干意见》，提出要启动重点地区防沙治沙专项治理工程和沙化土地封禁保护区建设，推广实用技术和模式，鼓励发展沙产业。7 月上旬，2011 库布齐国际沙漠论坛在我区鄂尔多斯市举行，中共中央政治局常委、全国政协主席贾庆林同志发来贺信，希望深入研究荒漠化防治新技术，积极探索沙产业发展新模式，为人类的可持续发展作出更大的贡献；中共中央政治局委员、国务委员刘延东同志出席论坛开幕式并作重要讲话，充分肯定了内蒙古治理荒漠化取得的成绩，指出未来五年我国将把治理荒漠化作为保护生态环境的重点任务，完善政策法规，加大资金投入，构建政府主导、社会参与、科技引领、产业拉动的格局，努力改善荒漠化地区的生态状况，提高人民生活水平，加强沙产业的国际合作；参加论坛的国内外政要、专家学者以“沙漠、科技、新经济”为主题，开展了主旨演讲和学术交流，提出了许多关于荒漠化防治及新兴产业发展的创新思维、技术路径和经验做法。党中央、国务院对荒漠化防治工作的高度重视和国际上对荒漠化防治的普遍关注，为我们进一步加快发展沙产业草产业带来了难得的机遇，也对我们提出了新的更高要求。

自治区党委八届十三次全委会议指出，要推进沙漠沙地专项保护治理工程，发展沙产业和草产业。自治区“十二五”规划纲要提出，要实施沙地沙漠专项保护治理工程，重点加强沙地生态环境保护治理，加大沙漠综合治理力度；鼓励个人、企业承包荒山荒地、沙地沙漠，种植经济

林、能源林、原料林、饲料林，发展林、沙、草等特色产业。去年12月底，自治区人民政府研究制定下发了《关于加快发展沙产业的若干意见》（内政发〔2010〕123号），确定了“五个坚持”的基本原则，即坚持生态保护、可持续发展，坚持因地制宜、分类指导，坚持市场化运作、社会各界广泛参与，坚持以水为先、以水为限，坚持投入产出、讲求效益。明确了分阶段的发展目标，即到2020年，初步建立起适合我区不同地域的沙产业发展模式，密切结合市场需求和变化的沙产业创新体系，初步配套的科学技术服务和政策支撑保障体系；到2050年，基本建立起较完整的沙产业体系，使我区沙产业达到发达国家水平，成为阳光产业、绿色产业、黄金产业。提出要科学编制沙产业发展规划，即以《防沙治沙法》及相关产业政策为依据，结合自然条件及生态、经济功能，科学编制自治区、盟市、旗县沙产业发展规划，明确沙产业发展的目标和重点，确定沙产业发展的步骤和措施。指出要加快沙区资源开发产业化进程，即加快沙产业基地建设、大力培育沙产业龙头企业、提高发展沙产业的组织化程度。强调要进一步完善沙产业发展的扶持政策，即建立稳定的投入机制、强化沙产业的金融信贷支持、落实和完善针对沙区的各项优惠政策。《意见》还对强化沙产业发展的技术支撑、做好沙产业项目环保评估和资源消耗评估工作提出了具体要求。贯彻落实自治区党委、政府的决策部署，就要以钱老沙产业草产业理论为指导，加快推进我区沙产业草产业发展，努力把内蒙古建设成为祖国北方重要的生态安全屏障。

参加这次理论研讨会的各位专家学者，在沙产业草产业领域都有着深厚的学术造诣和丰富的实践经验。希望大家踊跃发表真知灼见，深入进行交流研讨，努力取得丰硕成果。相信通过这次理论研讨会，我们要进一步深化对钱老沙产业草产业理论的认识，进一步加深对胡锦涛总书记沙产业重要谈话精神的理解，为推动沙产业草产业发展提供更多的有益指导。我们要充分运用理论研讨成果，学习新理念、拓展新视野，完善思路、强化措施，全面开创自治区沙产业草产业发展的新局面。一是要在实践中不断丰富和发展沙产业草产业理论。准确把握钱老的沙产业草产业理论内涵，正确认识沙漠的害与利，把沙漠作为一种特殊资源来看待、来开发、来利用，充分发挥科技的支撑作用，积极探索发展沙产业草产业的有效途径，努力做到扬长避短、兴利除害，使沙产业草产业理论在实践中得到丰富和发展。二是要深刻领会和贯彻落实胡锦涛总书记沙产业重要谈话精神。胡锦涛总书记在看望钱老时发表的沙产业重要谈话，充分肯定了钱老的沙产业草产业理论和我区发展沙产业取得的成绩。我们一定要把总书记的鼓励和鞭策转化为强大的精神动力，不断总结经验、发扬成绩，完善沙产业发展的各项扶持政策和推进措施，努力使沙产业发展成为我区新的经济增长点。三是要积极支持自治区沙产业草产业协会的工作。自治区沙产业草产业协会成立近9年来，认真践行钱老的沙产业草产业理论，充分发挥群团组织的优势，为推动我区沙产业草产业发展做了许多卓有成效的工作。今后，自治区党委、政府将一如既往地支持协会的工作，使协会在推进沙产业草产业发展中发挥更好的作用。我们坚信，有钱老沙产业草产业理论的科学指导，有各方面专家学者的支持帮助，有社会各界人士特别是企业家的积极参与，内蒙古的沙产业草产业一定会得到更大的发展。

作者简介：

曹征海，男，汉族，1960年3月出生，山西大同人，1988年3月加入中国共产党，1982年9月参加工作，中国人民大学工业经济系基本建设经济专业毕业，法学博士学位。

历任内蒙古自治区党委政研室战略处处长、包头市副市长、市委副书记，呼伦贝尔市委副书记、市长、市委书记。现任内蒙古自治区党委常委。

沙产业理论是伟大的创新
——学习实践钱学森沙产业理论的体会

李建树



钱学森是我国杰出的科学家，为中国的火箭和导弹技术、航空航天等领域作出了跨越式的贡献，荣膺过“两弹一星”功勋奖章殊荣，被尊称为“中国航天之父”；他还创建了沙产业理论，被誉为“中国沙产业之父”。我有幸和钱学森见面，聆听他讲解沙产业，往事历历，如在目前。

记得那是 1994 年 9 月 29 日，钱学森约见我们，并且座谈了三个小时。钱学森是科学泰斗，但是为人非常谦逊，没有架子，使人感到亲切。我们一进门，他就站起表示欢迎，笑着对我们说：“你们才是真正的治沙专家，今天请你们来，想听你们介绍经验，谈谈沙漠的事。”听了我们简短的汇报后，他深入浅出地讲了沙产业理论的构想，他的想法实事求是，论证逻辑严密，具有很强的说服力，体现出了一位老科学家凡事想到国家利益的高尚情怀。钱老的沙产业理论一席谈，使我们有所教益的是，他如同一面警钟，告诫我们沙漠不完全是害，也是一种资源，需要我们去了解它，更等着我们去开发；又如同一面镜子，照出我们每个治沙工作者都应当承担的历史责任。现在我谈谈学习实践钱学森沙产业理论的体会，也是对钱学森诞辰 100 周年最好的纪念。

一　理论创新

我国是世界上沙漠面积较大、分布较广、危害严重的国家之一。全国现有沙漠戈壁 116.2 万平方公里、沙漠化土地 33.4 万平方公里、风沙化土地 3.7 万平方公里，总计达 153.3 万平方公里，占国土面积的 15.9%，已超过全国耕地面积的总和。仅在我国西北、华北北部、东北西部地区，每年就有约 2 亿亩农田遭受风沙危害，粮食产量低而不稳；有 15 亿亩草场由于沙化造成牧草严重退化；有数以千计的水库、灌渠等水利设施和河流经常遭受风沙侵袭和压埋。全国每年因风沙危害造成的直接经济损失高达 45 亿元。

新中国成立以来，党和政府就积极组织和领导沙区广大人民群众坚持不懈地开展防沙治沙工作。三北防护林体系工程上马以来，我国的治沙工作更取得了举世瞩目的成就。至今全国以治沙为主要目的的造林面积已达 1.5 亿多亩，不但使 10%的沙漠化土地得到逆转，而且

还从沙漠中开发出农田2000多万亩。过去受风沙危害产量低而不稳的1.65亿亩农田，由于有防风固沙林的保护，粮食产量增加10%～20%。过去因沙化、盐渍化和牧草严重退化的1.34亿亩荒漠和半荒漠化草原，由于封沙育林育草，产草量增加20%以上。我国在2005年6月14日向全世界宣布，我国的荒漠化实现了逆转，也就是说在原来每年沙化土地面积增加3436平方公里的基础上，转变为缩小1283平方公里。这是一个历史性的成果。但从总体上看，我国尚未从根本上扭转沙漠推进和沙漠化土地继续扩大的趋势，边治理边沙化，治理速度赶不上沙化速度的情况依然严重存在，形势十分严峻。

我国造林种草，防沙治沙成绩巨大，按面积计算，堪称世界第一。但是长期处于绿化赶不上沙化，土地沙化面积日益扩大的局面，总是走不出"治沙面积越大沙化面积越大"的怪圈。原因何在，出路何方？当人们都在质疑而百思不解时，钱学森却把目光投向太阳；他认为通过植物固定转化太阳能，建立知识密集型农业型的沙产业，用不了多少水土资源就能创造数以千亿元计的物质财富。基于这种认识，他创建了沙产业理论，近十多年的实践证明，由于各地大办沙产业，加上国家的财政补贴，很多地方退耕还林、退牧还草，不再滥用林、草、水、土地资源，土地沙化的速度很快得到遏制，出现了绿化大于沙化的新局面。实践证明，钱学森沙产业理论是人类同自然斗争的产物和实践记录，是自然学科中伟大的创新，为我国的治沙伟业开创了新天地。

二　技术路线

钱学森构想的沙产业，是"运用全部的现代科学技术。包括物理、化学、生物学这样的基础学科，通过植物光合作用固定、转化太阳能，建立知识密集型农业型的沙产业。"

如何尽快地普及、实践钱学森沙产业理论，使之变为改造利用沙漠的强大武器和现实生产力？通过调查研究、总结经验，结合其沙产业科学原理。我们概括提出了"多采光、少用水、新技术、高效益"的十二字方针，得到原国家科协书记、副主席刘恕的赞赏，也得到了钱学森的认可，被公认是兴办沙产业的技术路线。

利用太阳能是钱学森沙产业理论的核心。实践沙产业理论首先就是要将太阳能视为植物生长发育诸要素中的主导要素，着力于多采光。只有多采光，才能提高太阳能的利用率，转化更多的物质财富。甘肃河西走廊、内蒙古赤峰等地在沙漠中运用"日光温室"、"日光暖房"、"地膜覆盖"、"间作套种"四项采光技术，尽管提高太阳能的利用率不到百分之一，但产值却成倍、成几倍地增长。实践证明，单靠植物自然力的作用固定、转化太阳能是有限的，如果加以人为措施予以辅助，实现其多采光，把太阳能的利用率提高1个百分点，"在广阔的沙漠中就可建立起可产出上千亿元产值的大事业。"

多采光的同时，要少用水。水是植物生长发育诸要素之一，发展以太阳能为主导要素的沙产业没有水不能奏效，但是用水多了则有害无益。为了避免滥用水资源、浪费水资源和多用水造成土地盐渍化等生态性的灾难，要尽量少用水。改变"大水漫灌"式的灌溉方式，实行"节水灌溉"。近年来，不少地方发展沙产业运用"沟灌"、"滴灌"、"喷灌"三项节水技术，一般都节约用水70%以上，不但满足了植物生长发育的需要，也取得了较佳的经济效益和生态效益。

发展沙产业要运用新技术。沙产业是以固定、转化太阳能为基础，知识密集型农业型的产业，传统的农业技术、治沙技术都不相适应，必须"运用全部的现代化技术"予以装备。首先，要

运用高新技术为沙产业的发展研制新材料、新设施，培育新品种，设计新工艺。

高效益是发展沙产业的目标。发展沙产业首先要有采光设施，这就为“农业生产工厂化”奠定了基础，使野外作业的农业生产变成了“设施农业”，或称其为“环境控制农业”，从而能够大大提高人们控制自然环境、驾驭大自然的能力。使农业稳产高效有了可靠的保证。因此，在发展沙产业的过程中，一定要瞄准高效益这个目标。舍得投入，实行高度集约经营，生产附加值高的名、特、优、新商品。

当然，走“多采光、少用水、新技术、高效益”的路，只是第一性生产，要使沙产业尽快兴起、发育、完善，形成规模效益，还必须依靠市场拉动，贸、工、农结合的机制运行。

现在“多采光、少用水、新技术、高效益”四句话正在沙区广为流传，日益深入人心，许多地方把这四句话写在村口墙壁上，用石块拼接成大字，镶嵌在山坡上。沙区农民说：这四句话使我们对沙产业理论看得见、摸得着，知道了怎么干，越干越会干。

学习实践钱学森沙产业理论，使我这个从事治沙工作五十多年，还主管过“三北”地区治沙工程的人，悟出了一个大道理，得出了一个重要的结论，即沙漠是自然形成的，沙漠化土地是人为造成的。也就是说，土地沙化是过度放牧，过度开垦，滥用水土、林草资源的必然结果。要想遏制土地沙化进程，防止沙漠化土地面积急剧扩大，单凭植树造林来防沙治沙是不能行的。必须从解决滥用水、土、林、草资源这个根源入手，实行退耕还林，退牧还草，才能有效。但是，我们还必须清醒地认识到，要实现退耕还林、退牧还草，单凭国家财政补贴是不能长效持久的，正确的途径应该是通过兴办沙产业，多用一点取之不尽、用之不竭的太阳能，少用一点有限的水、土、林、草资源，就自然而然地解决了土地沙化的问题，就能遏制土地沙化的进程。我们应该以钱学森沙产业理论为指导思想，冲破单凭植树造林来防沙治沙的思维定式，把防沙、治沙、兴办沙产业三者作为一个系统工程来看待。做到防沙、治沙、兴办沙产业一起抓，其中，兴办沙产业是核心，要以兴办沙产业来促进和保证防沙、治沙取得成功。

（2011 年 7 月 18 日）

作者简介：

李建树，男，1936 年出生，陕西省安康县人，中共党员，高级工程师。1952 年至 1985 年在陕西榆林地区从事治沙工作 33 年，曾任地区林业局科长、副局长、局长，行政公署副专员，后调入林业部三北局任党组书记、局长，兼任林业部治沙领导小组副组长，林业部治沙办公室主任。

“钱学森预言”与绿色发展

董恒宇



早在80年代，钱学森先生在内蒙古阿拉善沙漠深处设计建设航天基地时，面对茫茫沙漠，头脑中就萦绕着如何让沙漠为人类造福的思绪。他发现西北部的荒漠戈壁沙漠——祖国的半壁河山是我们未来重要的生存空间，他提出“知识密集型沙产业、草产业、林产业理论”，并预言在沙漠戈壁发展这一产业将掀起中国的“第六次产业革命”。他的技术路线是“多采光，少用水、新技术、高效益”。鄂尔多斯和呼伦贝尔新巴尔虎左旗等地区多年来在荒漠化土地种植灌木、半灌木和牧草，这些草木植物都是本地品种，适宜干旱缺水、寒冷多风的自然环境，成活率很高，这些灌木平茬后，嫩枝条用来加工牛羊过冬饲料，平茬剩余物用于生物质发电，发电余热和清洁二氧化碳用于螺旋藻生产。经过多年的实地调查和理论研讨，我们认为这些年内蒙古大力发展林沙草产业，“宜草则草、宜灌则灌、宜乔则乔”，因地制宜，在项目区实现了沙地绿化、生态恢复，碳汇增值，牧业增收，牧民就业，取得了一举多得的良好效果。鄂尔多斯、呼伦贝尔等地的实践证明，钱老的预言是准确的，绿色发展、碳汇经济就是要充分利用植物接受太阳能和水等自然的价值和自然的力量。如此说来，“第六次产业革命”就是人类尊重自然、依赖自然、遵循自然规律而推动的绿色革命、绿色发展。

一

在陆地，在海洋，在我们星球的每一个角落，小草、灌木、大树都在阳光雨露的沐浴下花开花落，自由自在地生长。这就是大自然——悄声无息却蕴涵着无限的力量，厚德载物，生生不息。

推动地球运转的动力之源来自太阳，万物生长靠太阳，太阳是绿色之源、能量之源、生命之源。植物在阳光的照射下产生叶绿素，绿色的植物吸收空气中的二氧化碳，并把二氧化碳固定在自身和土壤中，同时向外释放出氧气。动物摄食植物的绿叶、茎杆、果实，继续着太阳能源的再次生命的循环。就这样，几亿年来，地球上的生命在太阳的恩惠下，在这颗星球上生存繁衍。

科学研究测算，地球上每年绿色植物从空气中吸收约1500亿吨的碳和从水中吸收约250亿吨的氢，产生约4000亿吨的氧（陈寿朋，《生态文明建设读本》，浙江人民出版社，2010）。

碳是地球上最为重要的生命元素，是包括人类在内的生命体的主要组成部分，碳的正常循

环维系着地球上生命系统新陈代谢过程。大自然赋存的碳是稳定的,正常状态下的大气二氧化碳的温室效应使得地球平均温度保持在16℃左右,地球上的液态水才得以存在,从而创造了生命存活的环境。

工业化二百年来,大气中二氧化碳和甲烷等温室气体浓度升高了33%,从而诱发了全球气候变化。据中国绿色碳汇基金会提供的材料,上世纪全球的平均温度大约攀升了0.74℃,到本世纪末,温室气体有可能使地球平均温度升高1.4~5.8℃。气候变化引起全球生态灾难频发:海平面上升,传染性疾病增多,生物多样性降低,干旱程度加剧,异常天气增多,地震频发并加剧。

现代科学已经可以将生态系统对人类的服务价值进行数量化计量了。2009年国家第七次森林资源普查的中国森林生态服务评估结果:中国森林生态系统服务功能总价值为每年10.01万亿元人民币,大体相当我国目前GDP总量的近40万亿元的1/4,其中年固碳释氧总价值量为1.56万亿元,相当于我国去年财政收入8.3万亿元的近1/5。中国森林植被碳储量为78.11亿吨,相当于燃烧109亿吨标准煤二氧化碳的排放量。生物固碳增汇减排(简接减排)的成本远远小于工业减排管直接减排成本,两者的成本比值为1∶30。1立方林木,可以吸收0.83吨二氧化碳。中国的碳库固碳水平为281亿吨二氧化碳,占全球的2.45%。自上世纪80年代,我国退耕还林,大力植树造林,森林固碳量逐年增加,联合国有关组织估计,中国每年固碳能力达到了50亿吨左右(不含竹林)(《21世纪论坛·2010年会议文集》,外文出版社)。

1997年全球生态系统对人类的服务价值每年的总价值为16~54万亿美元,平均为33.3万亿美元,是1997年全年全球GNP的1.8倍。2008年全球的GDP已达到78万亿美元,远远超过了生态系统的服务价值。中国生态系统服务功能总价值1998年初评估为4.2万亿美元,相当于33.6万亿元人民币。而中国2000年的GDP为1.1万亿美元(8.8万亿人民币),即当时中国范围内自然的价值相当于人造价值的4倍。这13年来,中国的GDP增长速度很快,2010年已达到39.8万亿元人民币,比1998年增长了4.5倍,也远远超出了我国生态系统服务的价值。可见人类创造财富的能力,已经达到甚至超过了自然生态系统对人类的服务能力。

二

在2500年前,中国哲学就认为自然的价值是最高的,老子《道德经》曰:"人法地,地法天,天法道,道法自然。"当代西方自然哲学家H·罗尔斯顿也认为:"生态系统是宇宙中最有价值的现象。"(余谋昌,《环境伦理学》,高等教育出版社,2004)

发展沙草林产业,使其价值有形化、产业化、货币化、市场化,真正进入我们的经济生活,则对节能减排、保护生态环境以及扩大农牧民就业、惠及民生产生重要作用。植树造林,保护恢复管理好我们的森林、草原、湿地、农田,在适宜地区退耕还林、退牧还草,治理好沙漠荒地,恢复地球自我修复的生态功能,以减缓气候变化,拯救地球家园。

绿色生态系统具有内在价值(intrinsic value)。在人类还没有诞生之前,森林等绿色植物就在地球生长繁殖了。"自然"一词在希腊文的原始含义有"生长"之意,"依靠自己的力量,自然而然地生长、涌现、出现"。亚里士多德认为,"自然"意味着自身具有运动源泉的事物的本性,本性就是自然万物的动力渊源。东方哲学也主张"识自本心,见自本性"(《坛经》),是大自

然所具有的不以人为尺度的价值，即不需要以人类作为参照系。大自然原本可以自我维持、自我塑造。在大自然中，各种植物、动物（包括人类）、微生物等相互依从，共同维持着物质、能量和信息的有序传递，使自然系统呈现出稳定、和谐和美丽的状态，自然界的一切存在都具有不可替代的内在价值。揭示大自然或生态系统“内在价值”的重要性在于确认作为“道德关爱对象”的“道德资格”。因其具有“内在价值”，人类要予以终极性的理解和尊重。唯有理解自然，才能尊重自然；理解愈深，爱之愈切，我们的前途便愈加宽广。

在生态文明时代，欧洲一些国家已经将绿色生态有形化、产业化、货币化、市场化，进入了这些国家地区的经济生活。随着人类认识的提高，国家间签署相关协议，绿色生态的工具价值被全球认可，甚至成为新的金融工具和货币形状。

现代生态伦理学认为：生态系统的稳定、完整和美丽都是判断人的行为是否正确的重要因素。由于绿色生态呈现着自然的本质，绽放着善的花朵，内化为人的知识和智力，固而可以实现人的自我塑造。捐资造林、植草、治沙或资助碳汇基金；“参与碳补偿，消除碳足迹”；参加“地球一小时”活动；抛弃奢靡的高碳消费，遵循低碳消费新时尚。凡此种种均可表达人的理想信念、伦理道德和美好情怀，实现人类智慧和个性化自由选择等人类高层次的精神需求。

三

当代科学和哲学最新的研究探索表明，“复杂性”最接近世界的本质特征，因此，钱学森先生多次讲到，对人类未来前景的把握依赖于我们对复杂性的认知程度。理解复杂性要靠复杂性思维，即认识事物的整体性、系统性、复杂性、非线性、相对性、全息性、多元性、动态性、不确定性、定量分析等等。复杂性研究开创了人与自然、科学与人文的新对话。

地球家园的可贵在于她是一个非常特殊的（无机→有机→生命→人类→文明）自然连续演化体，这是一个充满了复杂性的过程，即在各种自然因素、在时空上巧妙地集合而成。复杂性常常源于组分间的复杂关联，这在生态系统中尤为突出。所有的生物都相互关联，达成平衡，人类实在难以尽窥个中奥妙。生态系统的动力学原理来自整体而不是部分。

复杂性系统科学哲学研究有一个关键词叫“涌现”，认为自然系统各子系统之间相互作用，在某一点上会突然产生整体性质的质变。这一结论趋近东方哲学的“缘起性空”。

大约在35亿年前，在无氧或缺氧的地球环境中出现了一种叫蓝藻的原核生物，具有类似光合作用的功能，能吸收空气中的二氧化碳合成有机物，同时排放出氧气。到了7亿至4亿年前，大气中氧含量增加，地球高空开始形成臭氧层。与此同时，生命开始登陆，陆地也出现了光合作用，碳汇便源源不断地产生。

但生命演化到进入距今5.3亿年前的寒武纪时，演化突然提速，各类生命形成瞬间爆发，人称其为“寒武纪生命大爆发”。生命奇迹是进化上的突变，揭开了生物进化复杂性的一面。但其中光合作用和氧的形成具有必不可少的作用。

现在，人类追求财富增长的活动已接近和超过地球自然系统的某些“外在限度”，进而引发全球性的生态灾难，但错不在地球，而在当今引导人类的主流文化。当代人类的“主流文化”追求人类中心主义和享乐主义的价值观，使用“理性工具”向大自然无限攫取，人类“创造力”已超过大自然的承受能力，此时大自然对人类无情的报复次数越来越频繁，程度越来越剧烈，领域越来越广泛。正如恩格斯在100多年前所警告的那样：“我们不要过分陶醉于我们对自然界的

胜利。对于每一次这样的胜利,自然都报复了我们。"钱学森先生也指出:"近代科学技术成就伟大,但也有不足。"(内蒙古沙产业、草产业协会,《钱学森论沙、草、林产业》,西安交通大学出版社,第523页)

我们无法改变地球的"外在限度",因为那是一些自然常数,可以改变的是人类"内在限度",避免我们这颗星球毁灭的唯一办法就是改变人类的"内在限度"。只要人类还没有完全克服西方文明的品质缺陷,还没有完成从工业文明向生态文明的过渡,空气中的二氧化碳持续增多,发生全球性生态灾难和其他全球性灾难的危险,就一直高悬在我们头顶的上空。

拉兹洛先生在2001年出版了《巨变》(中信出版社,2002年中文版)一书,他把整个地球的自然生态、社会人文诸要素看作一个相互制约的超巨系统,当这个系统的诸多基本动力学要素被其变化的积累效应达到难以承受的极限时,整个系统族就会陷入一个无序的混沌状态。混沌状态是极不稳定的状态,系统变得异常敏感,临近"灾难性的分歧点",一次偶然事件就会诱发整个系统的"巨变"。他认为"21世纪初期的混沌,不是趋向可维持的全球性平衡,就是导致地区与全球性危机和随之而来的瓦解。"这就是说,我们的星球、人类的命运已进入"关键决定时期",要么引发大灾难、大破坏、大瓦解,要么引发大突破、大转型、大飞跃。怎么办?唯一的办法是"文化转型",即建立全新的生态价值和生态伦理。

十年过去了,我们没有看到乐观的一面,反倒是大灾难接踵而至,特别是日本的大地震、海啸引发的核泄漏危机以及美国和多国部队在利比亚的战争。如此发展预兆着不祥的前景。人类不得不面临抉择:"生存还是毁灭?"

"谁言寸草心,报得三春晖。"生态文明时代,应该高度重视沙草林产业的发展。不能轻看小树、小草、小花,也许就是它们才是解救人类危机的"救命稻草"。它们维护着地球湿地不至枯竭,保护山体不至滑坡,使草原森林永葆绿色,它们吸入二氧化碳,呼出氧气,减缓气候异常,克服生态灾难。在生态文明时代,我们克服"内在限度",增强绿色意识,弘扬全球伦理,倡导终极关怀,发展碳汇经济,以此调整经济结构,转变发展方式,推动绿色发展。在我们的星球最危险的时刻,"第六次产业革命"给我们注入"绿色的力量",使我们的星球维持正常的运行。我们要充分认识她、研究她,维护好我们的海洋、森林、草原、湿地、农田等生态系统,治理好沙漠荒漠,将更多的乔木、灌木和花草覆盖在地球表层,增汇减排,维护地球正常的碳循环,让绿色生态为人类造福。

作者简介:

董恒宇,男,汉族,1956年出生,内蒙古土默特右旗人,中央党校研究生学历。现任十一届全国政协常委,内蒙古政协副主席,民盟内蒙古区委主委,内蒙古社会主义学院院长。历任民盟内蒙古区委副主委,呼和浩特市副市长,2008年任内蒙古政协副主席,十届全国人大代表。

他先后主编和参与编辑出版了《论草原文化》第一辑、第四辑,《全国首届碑帖学术研讨会论文集》,组织编辑了《碳汇知识简明读本》、《碳汇知识手册》,并与中国生态道德教育促进会会长陈寿朋先生合编了《生态文明建设读本》,参与编著了中国人民银行研究局主持编写的《低碳金融》等著作。

钱学森院士与中国沙草产业
——在中国科技大学的演讲

中国沙草产业研究中心副主任　郝诚之

纵观中国科学院、中国工程院两院院士、享誉世界的大科学家钱学森的一生，追求的是八个字："志在强国，心在富民"。他为"两弹一星"、"载人航天"事业做出特殊贡献，可谓志在强国；他用首创的知识密集型沙产业、草产业理论（以下简称沙草产业），推动西部大开发科学实施，帮助农牧民用科学技术脱贫致富，指明中国特色生态文明建设的必由之路，可谓心在富民。

一　换一种思维看沙漠和阳光资源，它就是无价之宝

钱学森院士在世界上最早提出："用新的思维来对待沙漠，在广阔的沙漠中建立起可产生上千亿元产值的大事业。"（《纪念钱学森沙产业理论十周年文集》，中国科技出版社，1995年，第22页）钱学森院士说："我对沙产业的认识。这要追溯到（20世纪）60年代初，我开始参加火箭、导弹发射试验，发射场在内蒙古自治区巴丹吉林沙漠的西北——额济纳旗附近的戈壁。这是我第一次看到什么是戈壁。从前书本的知识使我觉得戈壁只是一片荒漠，什么也没有，实际一看，并不是那样。动植物很多，而且是在其它地方不易看到的"（内蒙古沙产业草产业协会、西安交通大学现代技术研究院，《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，西安交通大学出版社，2009年，第24页）。钱老说的发射场，在内蒙古额济纳河边。额济纳河古称弱水，是"居延府"所在地，唐代大诗人王维的千古名诗"大漠孤烟直，长河落日圆"就创作于此。"长河"实指祁连山雪水融化形成的黑河下游之额济纳河。钱老说："旁边都是沙漠戈壁，我在工作的间隙中到处跑跑，发现原来我理解的沙漠戈壁概念不对。""我就从这里得到启发，觉得沙漠戈壁不是完全不毛之地，关键是我们要经营，用科学技术来经营管理"（《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，第28页）。

20世纪80年代，钱老针对西方罗马俱乐部学者"沙漠是地球的癌症"的悲观论调，指出："对地理环境受人类活动而会恶化，人先是盲目的：水土流失、沙漠化……产生了，才有人敲了警钟。但对此，又有人悲观失望，如'罗马俱乐部'。这也不对，用科学技术，我们可以改造地理系统，使它更有利于人类社会的生态发展。"（《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，第220页）1989年10月9日，钱老在给中国科学院国家计划委员会地理研究所牛文元先生的信中说："对自然资源的开发利用是社会主义建设中的一个重要问题，而且社会主义和资本主义对此也有一个根本区别：资本主义只顾追利；而社会主义要为人民长远的幸福着想，要使资源永续"（《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，第186页）。

钱学森说："沙产业就是在'不毛之地'的戈壁沙漠上搞农业生产，充分利用戈壁滩上的日照和温差等有利条件，推广使用节水技术，搞知识密集型的现代化农产业。这是完全可能的。国际上以色列比我国西北地区的自然条件更恶劣，但他们在沙漠上开发了现代化的农业，且经济效益十分可观。我国甘肃省的张掖地区从1994年开始试搞沙产业，在实践中创造了'多采光，少用水，新技术，高效益'的沙产业技术路线，并取得很大成绩，粮食自给有余，蔬菜瓜果东运销售并出口，还带动了一批加工企业的发展。由此我认为，我们在西部开发中，首先要转变关于西部沙漠的思维定势，看到沙漠上也有搞农业的有利条件。所以不仅是'治理'，更重要的是'开发'，将治理蕴含于开发之中，这就是我提出开发沙产业的指导思想。"（钱学森，《西部开发要以农业为基础》，《国土经济》，2000，4：57）

1990年5月30日，钱老在给有国际知名度的沙漠化防治专家刘恕先生的信中建议，成立"沙产业学会或沙业学会"。任务是：①"先造舆论，宣传沙产业在我国社会主义建设中的重要性"；②"讨论我国沙产业的50年规划"；③"引起党和国家的重视，就有可能把有关科学技术组织起来，成立沙业科学院，在国务院设'沙业局'"；④"最后在21世纪成立国家沙业部"。钱老讲："我这可能说到100年以后的事了，但事情总要有个开头"（《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，第203页）。此前的1989年10月，钱老曾经请刘恕"把多年来为'沙业'奋斗的体会写成一篇建设社会主义中国沙业的论文"。指出："您既有理论又有经验"，"此事只有您能搞"；"这是社会主义建设的一件大事，让沙漠为我们服务"（《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，第189页）。1991年3月11日，钱老在北京香山沙产业研讨会上发表《沙产业大有可为》的讲话，强调："召开沙产业研讨会，在中国是第一次，在全世界也可能是第一次"；"我国的治沙事业是全世界领先的，为世人所称道。我国现有的沙漠化土地大概6亿亩，所以治沙、防沙、制止沙漠化工程也是沙产业的一部分"；"祝愿我们的沙产业研讨会成为我国沙产业的开端。从已经有基础的防沙、治沙、固沙事业开拓出去，再在生活设施条件较好的戈壁滩上，如人造卫星发射场附近，建立沙产业试验站。这样我想在21世纪，我们将在社会主义中国建立并发展中国的沙产业"（《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，第27页）。1994年9月，担任全国政协副主席的他，在政协常委会上进一步倡议："在不少于100年的过程中改造利用沙漠，这就是沙产业的任务。"

钱老要求我们吸取西方"石油农业"高耗能、高排放、高污染的教训，下决心致力于阳光农业、循环经济、绿色产业。钱老沙产业的五条衡量标准：一是看太阳能的转化效益，二是看知识密集程度，三是看是否与市场接轨，四是看是否保护环境，五是看是否可持续发展（叶永烈，《走近钱学森》，上海交通大学出版社，2009年，第349页）。

西部民族地区的内蒙古自治区鄂尔多斯市，东北有库布齐沙漠，西南有毛乌素沙地。清代末年就因满清政府签订辛丑条约，割地赔款，无节制地"开放蒙荒"，借此敛财，竭泽而渔而带来自然灾害频仍。民间流传着如下歌谣："鄂尔多斯天尽头，穷山秃而陡，四月柳条抽，一阵黄风不分昏与昼。"新中国建立以来，经历了20世纪60年代"滥砍滥牧乱开荒"，70年代"沙进人退无躲藏"，80年代"人沙对峙互不让"，90年代"人退（退耕还林、退牧还草）沙退变模样"，世纪之交"产业链上做文章"的五个阶段，摸索出了一条"绿化—转化—产业化"的新路，引起钱老重视和肯定。

2000年5月30日，钱老在给鄂尔多斯沙产业龙头企业代表赵永亮和笔者的复信中说："您二位5月20日给我的信和《关于内蒙古东达蒙古王集团在库布齐沙漠实施沙柳综合利用

产业化工程》的材料我都看到了，非常感谢！看了您们的材料，我认为内蒙古东达蒙古王集团是在从事一项伟大的事业——将林、草、沙三业结合起来，开创我国西北沙区21世纪的大农业！而且实现了农工贸一体化的产业链，达到沙漠增绿、农牧民增收、企业增效的良性循环。我向您们表示祝贺，并预祝您们今后取得更大的成就"（北京大学现代科学与哲学研究中心编，《钱学森与现代科学技术》，人民出版社，2001年，第461～462页）。据1980年8月和2008年8月卫星图片扫描监测显示，鄂尔多斯市的沙漠化防治已出现了可喜的变化：1980年7月，鄂尔多斯市沙化面积占全市土地面积的75%；2008年7月，绿化面积已高达75%。累计转移沙区农牧民40万人，流入黄河泥沙减少3亿吨，沙产业增加值达11.3亿元，成了内蒙古沙草产业的试验示范基地。2008年1月19日，胡锦涛总书记看望钱老时高兴地说："前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好。沙生植物的加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民的生活水平也有了明显提高。钱老，您的设想正在鄂尔多斯变成现实。"（《深情的关怀，倾心的交谈——胡锦涛总书记看望著名科学家钱学森，吴文俊纪实》，《人民日报》2008年1月20日第一版）

1994年，根据钱学森的沙产业设想，中国科协、林业部和甘肃省人民政府选择了武威、张掖等地建立试验点和示范基地。多年来，张掖和武威致力于发展沙产业、阳光产业和节水农业，已取得了显著成就。1995年11月30日，甘肃在河西走廊召开沙产业开发工作会议，时任中共中央政治局常委的甘肃省委老领导宋平同志应邀出席并讲话。他明确指出："甘肃要脱贫、要缩小东西部的差距，发展农业型的沙产业是一条好路子。因为这里发展沙产业的条件比较好，所以我们要坚决走这条路子"（刘恕，《解读沙产业》，科学普及出版社，2009年，第99页）。《甘肃日报》12月2日发表评论员文章强调："沙产业开发在我省有着巨大的潜力和广阔的前景。"2000年6月，甘肃武威召开第二次沙产业会议，宋平同志又作重要讲话，进一步统一了干部群众的认识，使全省沙产业进入了持续、良性发展的新阶段。钱学森为此很欣慰，赞扬甘肃"沙产业的会开得很成功，可喜可庆！这里宋老起了很大作用"（《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，第541页）。

在钱学森院士的指导和宋平同志及甘肃省委政府的大力推动下，我国沙产业理论由科学的战略构想步入了初具规模的群众实践。1995年，时任国务院副总理的温家宝在刘恕先生的专题报告上批示："钱学森同志和宋平同志提出，在我国西部戈壁沙漠地区发展沙产业，这些重要的理论和意见值得重视。一些地区的成功实践充分说明，办好这件事不仅有经济意义，而且有社会和生态意义"（《政协经济论坛》，2009年第一、二期合刊，《温家宝总理关于沙产业的批示》）。1998年3月18日，钱老写信给甘肃沙产业试点张掖地区的书记马西林，肯定沙产业在张掖的发展意义重大，标志着"沙产业在人民中国开了个好头"（刘恕，《促进沙产业发展基金1994—2004》，中国环境科学出版社，2005年，第36页）。

二　中国的沙产业，"甘肃省早，内蒙古好"，都坚持了"治沙和致富结合"的双赢目标

1984年5月下旬时任《内蒙古日报》科学副刊责任编辑的笔者，向钱学森院士发出一封约稿信，请他百忙抽暇，给边疆党报的科学园地"播点科学的种子"。令人喜出望外的是，刚过半

个月，一封落款“国防科学技术工业委员会钱学森”的挂号信递到了编辑部。拂展素笺，老科学家苍劲俊逸的手迹赫然入目：“五月二十五日信收到，遵嘱写了一篇短文《草原、草业和新技术革命》，现寄上，请审阅。此致敬礼！”“时间：一九八四年六月八日”。钱老专门分析了内蒙古自治区的草场资源，细心研究了当时内蒙古党委书记周惠同志发表在《红旗》杂志上的有关文章，结合利用世界新技术革命的机会，给内蒙古提出了“带头搞好草业系统工程”的战略建议。

钱老亲切指出，内蒙古自治区有13亿亩草原，如果“下决心抓草业”，“可是件大事”。因为“农田少，大约才7千万亩，而草原面积却是农田面积的18倍还多，所以草业的产值完全可以大大超出农业的产值。一旦内蒙古带好这个头，全国草原利用好了，草业兴旺发达起来，它对国家的贡献不会小于农业。”钱老详细论证了草产业不被重视的历史原因，勾画出了如何用现代科学技术发展草产业的新食物链、新结构图，包括从精心种草、饲料加工、工厂化饲养、畜产品综合加工，到利用畜粪种蘑菇、养蚯蚓、沼气发电、残渣养鱼、废液还田；从草业综合基地、定居点、现代化草业新村(即小城镇)，到旗县经济、通讯电视、政治文化、教育中心，进而提出了内蒙古自治区草原建设的新理论和新模式——利用系统工程的方法，研究并创立中国式的现代化草业和草业系统工程。这篇专论1984年6月28日在《内蒙古日报》登出后，《人民日报》1985年3月7日全文转载。内蒙古党委周惠书记不但高度重视，责成内蒙古科协组织知名专家座谈讨论；而且要求内蒙古日报社写信敬请钱老把创新理论“展开谈谈”，以便决策层学习研究，指导工作。钱老欣然应允，于1984年7月7日寄来了他放眼第六次产业革命的治国方略《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》，为内蒙古自治区在全国率先实施“草畜双承包”，解放牧区生产力提供了理论指导和科学依据(田聪明，《深切缅怀中国“沙草产业之父”——写在钱学森诞辰百年之际》，《西部大开发》，2011，6：37)。

1984年12月23日，钱老应中国农科院卢良恕院长之邀，在中国农科院第二届学术委员会上做了题为《第六次产业革命和农业科学技术》的报告，指出“第六次产业革命就是农业型的知识密集产业，包括农产业、林产业、草产业、海产业、沙产业等五项新型产业”。

为了用高科技的现代农业代替传统的春种秋收自然经济，用“食品”的概念代替单一粮食的概念，用“民以食为天”代替单一的“以粮为纲”。钱老提出把城乡一体、农牧结合，宜农则农、宜牧则牧，因地制宜、优化结构，作为社会主义“草业新村”的奋斗目标。钱老强调，“我说的草业不仅是畜牧业”，要“突破传统放牧的方式”，走出重畜轻草、重数量轻质量的误区，认清“这个草产业要最有效地把草原、草地、草滩上的太阳光能，首先通过植物，然后动物，再加水资源、能源及其他化工业材料的投入，最后产出的是直接上市零售的商品。所以是‘草业’加‘深度加工业’”。钱老说：“现在中央很担心，我们老吃粮食是不行的。在我国草原上每年可能获取几千万吨的牛、羊肉和大量的乳品，我国人民的食物构成也将改观。”(王明昶，《草业系统工程应用与研究》，内蒙古人民出版社，1998年，第15页)

钱老告诉他的儿子钱永刚教授，知识密集型的草产业就是草原文化的现代化。历史上北方少数民族创造的“因牧而兴、以绿为荣”的草原文化，是中国特色草产业的文化根基。1985年4月，钱老在中国草业问题研讨会上发表了《中国草业产业》的讲话，阐述了他对“一代天骄”成吉思汗的诞生地内蒙古大草原没有成为我国经济新优势的思考，深刻分析了我国“草原亮出黄牌”和草业不被重视的原因及后果。他引用了内蒙古自治区领导同志周惠发表在《红旗》杂志1984年第10期的文章《谈谈固定草原使用权的意义》中的一组统计数字：“在内蒙古自治区，共有13亿亩草原，1947年到1983年这37年里，畜牧累计产值100多亿元，折合每亩草原

年产值才 0.2 元多。”钱老说：“这的确比每亩农田的年产值小得多，只有个零头。但这是人为因素造成的。”钱老痛感建国以来执行“重粮轻草”政策、一味强调“以粮为纲”的舆论导向有偏颇。他生气地说：“看不到现代科学技术的强大威力，草原就不能进入良性循环吗？”(刘恕、涂元季，《钱学森论第六次产业革命通信集》，中国环境科学出版社，2001 年，第 24～168 页)

为了推动内蒙古自治区在草产业发展上走进全国前列，1984 年以来，钱老多次通过书信指导内蒙古抓好“建设试点”，认为“先从奶、肉、毛、绒四个类型做起很好”。2003 年 1 月 2 日，胡锦涛总书记视察内蒙古蒙牛乳业集团的通辽分部，听完牛根生同志的汇报，并深入了解当地农民对龙头企业的反映后高兴地说：“内蒙古有 13 亿亩草场，中国人均一亩；河套平原、西辽平原各拥有 800 万亩水浇地，退耕还草；这既有资源优势，又有市场需求，还有这样的龙头企业，何愁不能早日达小康”(《钱学森系统科学思想研究》，上海交通大学出版社，2007 年，第 273 页)。钱学森办公室的同志说，从蒙牛乳业集团给航天员杨利伟提供专用奶，到伊利乳业集团争当 2008 年国际奥运会赞助商；从“鄂尔多斯羊绒衫温暖全世界”的广告到“有太阳的地方就有小肥羊”的自白，内蒙古抓住机遇、做大做强草产业的信息让钱老很欣慰。《中国沙产业》一书作者，中国防沙治沙暨沙业学会秘书长朱俊凤教授，接受中央电视台记者采访时说：“中国沙产业，甘肃省早，内蒙古好。绿色不是句号。绿起来、活起来、富起来才是目标。”

三　“变食物链为产业链”的绿色战略创新系统，活力依靠高科技、可持续

我们在学习钱老沙草产业理论时注意到，钱老在强调沙、草产业发展时，常常提醒打破条块分割，克服部门壁垒。要求草产业、林产业、沙产业“三业结合”。为什么？因为林、草、沙三者不是各自孤立的“线”，而是相互依存的“体”。沙地是共同的载体和平台，如种出草并加工，延伸的就是草产业链；如长出树，延伸的就是林产业链。因此“林、草、沙三业结合”才是科学发展观。

钱学森晚年，婉拒了诸多团体、学会的荣誉头衔，但在 2002 年内蒙古沙产业、草产业协会成立时，他破格、破例担任了协会“名誉顾问”。2002 年 12 月，钱老派学术秘书涂元季将军冒雪参加成立大会，当众宣读署名贺信：“喜闻内蒙古沙产业草产业协会成立。我认为，这是内蒙古自治区贯彻十六大精神，全面建设小康社会的一项重大举措。对此，我表示热烈祝贺！江泽民同志在十六大报告中讲到西部大开发问题时提出：‘积极发展有特色的优势产业’，内蒙古的优势产业是什么？我认为就是沙产业和草产业。这是内蒙古新的经济增长点。只要内蒙古的同志紧紧抓住了这两大产业，真正建成知识密集型的沙产业和草产业，内蒙古的社会主义现代化建设就会迈上一个新的台阶，内蒙古的生态环境也会得到改善”(郝诚之，《对钱学森沙产业、草产业理论的经济学思考》，《瀚海凭栏》，内蒙古人民出版社，2003 年，第 383～384 页)。

2004 年 12 月 25 日，钱老在北京家中接见内蒙古沙产业草产业协会蒙古族会长、全国政协十届常委兼民族宗教委员会副主任夏日同志。当面听取汇报，热情肯定成绩，鼓励再接再厉。2008 年 5 月 26 日，内蒙古沙产业、草产业协会和自治区林业厅联合举办“落实胡锦涛总书记谈话精神，科学发展内蒙古沙产业专家座谈会”，钱老接到邀请函，亲派儿子钱永刚教授专程赴会，给内蒙古党委副书记、自治区代主席巴特尔捎了如下一段语重心长的话：“内蒙古各民

族人民过去在‘两弹一星’事业上做出了贡献，现在又在沙产业和草产业上给全国带了个好头、做出了榜样。我希望他们在沙产业和草产业上继续做贡献，并把沙产业、草产业推向全国去!”（夏日、郝诚之，《钱学森沙产业理论与西部生态文明建设》，《政协经济论坛》，2008 年第一、二期合刊：25～36）

内蒙古自治区把钱老的创新理论与自治区的重大科学决策紧密结合，已做到了十个“全国率先”：①率先与新华网合作，注册并开通了“中国沙产业、草产业网”；②率先把“大力发展沙产业、草产业”写进“十一五”、“十二五”规划、自治区政府工作报告和党委工作报告；③率先出台《内蒙古自治区人民政府关于加快发展沙产业的若干意见》（内政发〔2010〕123 号文件）；④率先通过“库布齐国际沙漠论坛”总结并向世界宣传《钱学森沙产业理论与鄂尔多斯双赢模式》；⑤率先编印出版《沙产业、草产业、林产业理论实践丛书》（一套三本）；⑥率先举办《钱学森与内蒙古沙产业、草产业图片展》；⑦率先与中央电视台联合摄制播出我国第一部集中反映钱学森沙产业理论与西部沙产业成就的五集专题纪实片《沙变》；⑧率先与西安交通大学先进技术研究院合作出版《第六次产业革命思想探微丛书》（计划 5 本，2009 年已出第一本《钱学森论沙产业、草产业、林产业》）；⑨率先编纂中国第一部真实反映钱老沙产业理论成果和实践成果的《内蒙古沙漠志》；⑩率先在内蒙古大学创建中国沙草产业研究中心。（郝诚之《志在强国，心在富民》，《内蒙古工作》，2010，2：50）

1990 年 4 月 12 日，中国工程院院士任继周给钱老寄了“筹办甘肃农大草业学院，……在一定程度上使组织上成为一个实体”的《草业发展规划》，钱老说对此“最感兴趣”。因为“令人发愁的是上面忙于燃眉之急，草业、草产业上不了议事日程！无可奈何”（《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，第 202 页）。

2009 年 12 月 31 日，钱永刚教授在内蒙古大学“中国沙草产业研究中心”成立大会的讲话中说：“半个世纪以来，我父亲与内蒙古这片神奇的土地延续着不尽的情缘”；“我父亲在晚年为治沙、富民投入了他最后的心血。他躺在病床上，一如既往地关心着沙产业草产业的发展。今天，内蒙古大学在全国率先成立了专门的沙产业、草产业研究中心，又为全国带了一个好头。我希望中心成立以后，能够引导内蒙古乃至中国西部地区的沙产业、草产业更好更快地发展。”

为了给西部培养沙产业专门人才，1994 年 9 月 27 日，钱老采纳成立“促进沙产业发展基金筹备组”的建议，用 1993 年印尼华侨捐的 30 万元和用自己所获的“何梁何利奖金”100 万港币作为中国科学技术发展基金会促进发展沙产业基金。据《人民政协报》2001 年 4 月 13 日头版报道《钱学森沙产业奖学金在西北院校成立》，已在内蒙古自治区、宁夏回族自治区和甘肃的著名农业院校，设立了“钱学森沙产业奖学金班”，以资助西部贫困地区学子从事沙产业相关专业的学习。（《钱学森与内蒙古沙产业、草产业图片展》，2007 年，影印本，第 84 页）

1991 年 1 月，钱老在给中国农科院草原研究所王明昶研究员的信中强调：“草业科学将与农业科学、林业科学并列。现有中国农业科学院、中国林业科学院，将来 21 世纪不该有中国草业科学院吗？该考虑草业科学的结构体系”（《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，第 218 页）。现在我国高等院校的“草业科学”就是按照钱学森院士“知识密集型草产业”的思想建立起来的。1999 年，国家大幅度调整学科学院，把原有的 500 多个学科减少到 250 个，而“草业科学”不仅保留，而且从原来的二级学科上升到一级学科。这个学科在英文中没有相当的词，钱老从拉丁文中给出了定名：Pratacullure Science。当我国以此为名的刊物出版后，立即被收入了国际权威的 CBA 检索系统。（钱晓鸣、朱悦华，《告诉你一个创造财富的钱学森》，《九十华诞钱学

森》,上海交通大学出版社,2003 年,第 287 页)

沙草产业理论创建的 27 年,是西部旧貌换新颜的 27 年。河西走廊,涌现新型产业链;大漠腹地,升起绿色蘑菇云。2009 年秋,国家科技部、内蒙古鄂尔多斯市政府和亿利资源集团主办的第二届库布齐国际沙漠论坛及中国第二届沙产业博览会陆续在内蒙古召开。十几位中国高官、几十位国际友人、几百位专家学者和企业家回顾交流和探讨人类防治利用荒漠化的途径,对钱学森沙草产业理论和实践成果交口称赞。2010 年 9 月 21 日,上海世博会举行内蒙古"奈曼日"活动,高层访谈主题就是发展沙产业,遏制荒漠化。联合国国际信息发展组织罗马总部干事长丹尼尔·巴瑞奥先生说:"奈曼人在用沙治沙上给全球树立了一个很好的榜样"(《内蒙古日报》2010 年 10 月 9 日第 3 版《借助世博大舞台 寻求发展新契机》)。2010 年 12 月,内蒙古自治区人民政府下发了《关于加快发展沙产业的若干意见》(内政发〔2010〕123 号),国家林业局下发了《关于进一步加快发展沙产业的意见》(林沙发〔2010〕278 号)。2011 年 7 月,中共中央政治局常委、全国政协主席贾庆林在给"2011 库布齐国际沙漠论坛"的贺信中要求:"深入研究荒漠化防治新技术,积极探索沙产业发展新模式",国务委员刘延东在论坛开幕式讲话,呼吁"加强沙产业的国际合作"。2011 年 8 月,在内蒙古鄂尔多斯市先后召开了"纪念钱学森诞辰百年与胡锦涛总书记沙产业重要谈话发表三周年理论研讨会"和"中国沙产业理论研讨会",国内知名专家刘恕、高德占、李毓堂、蔡延松、夏日、魏万进、秦升益、谢联辉、冷德熙等一致认为,聚焦沙产业,就是应对荒漠化,为世界找生路,为人类谋未来。(《中国绿色时报》2011 年 8 月 11 日、8 月 12 日,《科技日报》2011 年 8 月 11 日第 8 版)

四　中国科学家送给人类的礼品:发展沙产业,应对荒漠化

钱学森 1998 年 8 月 11 日给刘恕先生的信中说:"沙产业的一套做法实际是高科技农业生产的试验,它现在已经在社会主义中国的沙漠化地区取得成功";"沙产业实际上是未来农业,高科技农业,服务于未来世界的农业!"(《武威沙产业馆巡览》,甘肃人民美术出版社,2006 年,第 120 页)

我们高兴地看到,钱学森院士以沙草产业理论为代表的沙漠观、草原观、生态观、发展观,从 1984 年提出,到 22 年后的 2006 年,得到了联合国环境规划署的回应。在对沙漠认识进一步深化的基础上,中外专家对沙区治理、开发、利用及涉及经济、社会、环境、人口等诸多问题达成了共识。2006 年,联合国《全球沙漠展望报告》指出,过去人们单纯认为"沙漠是贫瘠荒地"的观点是错误的。沙漠以其特有的生物多样性、潜在的经济价值和丰富的文化内涵在第 35 个世界环境日成为人们瞩目的中心。主持此项工作的 UNEP 副执行主任卡卡海尔先生说:"沙漠使创造新经济和提供新生计成为可能。环境不再是一种奢侈品而是战胜贫困的因素,是实现各国之间业已达成的发展目标的关键因素。"他认为,在沙漠发展水产业(即钱老所说的海产业),利用适于干旱地区生存的动植物开发新型药物、草药和工业品(即钱老所说的沙产业、草产业),已经成为人们日益增长的兴趣所在。沙漠光热资源得天独厚,"如果沙漠蕴藏的巨大太阳能,被合理有效地用于生产动力,那么未来的世界也许是一个无需化石燃料的世界"。该报告强调,全球沙漠地区应该探寻环保与发展双赢的新思路。目前的沙漠发展和保护已深受缺乏预见和项目难协调之苦。建议人们确立一个新的、更平衡的目标。"这种远见会使政府和民间团体尊重沙漠及当地居民的可持续性的福祉,又支持用长期的规划来指导沙漠科学发展。"

报告指出，这一规划是基于对这些独特环境的限制因素而制定的，会利用市场导向促进沙漠经济协调发展，会尊重传统的生活方式，也会保护湿地、绿洲、沙漠、山脉和其他的环境。该报告认为"人们能够，而且也应该下决心不要改变沙漠，而是与其共存，并为人类未来保护沙漠。"(《联合国环境规划署研究报告提出：靠沙漠创造新经济》，《政协经济论坛》，2007，1：6～7)

联合国防治荒漠化公约第八次缔约方大会通过了《千年战略计划框架》。2008 年 1 月，联合国系统和其他国际机构发表了防治荒漠化、推动可持续发展的《北京宣言》。明确保护与发展、经济效益与社会效益、提高能力建设与帮助农民赢得回报要协调互补；强调"适时转变生产生活方式，改善经济增长模式，有助于减轻对土地和生态的压力，从而减缓贫穷"(《中国绿色时报》2008 年 1 月 23 日)。有国际知名度的刘恕研究员高兴地说，联合国秘书长《以行动应对荒漠化》的呼吁"充分显示了沙产业理论的价值所在——以阳光为能源而不受能源危机限制，将在破解困惑人类发展的粮食安全、能源危机，以及完成联合国千年目标等难题中发挥不可估量的作用"(金振娅，《追记钱学森与他的沙产业理论》，《光明日报》2009 年 11 月 23 日第 10 版)。令我们欣慰的是，2010 年 5 月，联合国环境规划署决定将中国宁夏防沙治沙与开发沙产业的成功经验，写进该署 2010 年绿色经济报告。2010 年 7 月，联合国环境规划署特别协调员王之佳先生，受联合国副秘书长阿奇・施泰纳的委托，专程到宁夏回族自治区考察沙产业发展情况。他明确指出，宁夏人变沙害为沙利，变沙地为家园，从治沙到用沙，走出了一条可持续发展的路子。(吕海军、罗浩，《宁夏防沙治沙经验应在全世界推广》，《中国绿色时报》2010 年 7 月 23 日)

2009 年 11 月 7 日《人民日报》发表的《钱学森同志生平》，第一次公布了钱学森院士晚年的原创性重大贡献："倡导发展沙草产业"。这是个非常重要的信息，肯定了钱老为什么是"沙草产业之父"。钱永刚教授对笔者说："钱老的原创性理论创新，一是系统控制理论，二是沙草产业理论。他在 1994 年说过：'我在十年前提出沙产业的设想，只是考虑我国有 153 万平方公里沙漠、戈壁和沙漠化土地，而且沙漠、戈壁不是没有生物，我们应该让生物利用太阳光能为人类创造财富。'他认为，要应对常规能源用完怎么办，中国 18 亿亩耕地红线突破怎么办，'人口发展到 30 亿，要丰衣足食'怎么办，必须树立'利用阳光、通过生物、依靠科技、对接市场、创造财富'的新思路。他提出既要看到'沙区是新食品原料的开拓地'，又要看到'西部是第六次产业革命的主战场'"(钱永刚，《三个"怎么办"与沙产业理论》，《内蒙古林业》，2011 年，第 9 期扉页)。我国资深工程院院士任继周先生曾说，钱老"以一个战略科学家的眼光凝视着未来的曙光"，从来没有像罗马俱乐部那样，为人口、资源、环境遇到的新问题而"垂头丧气"。他一面"热风吹雨洒江天"，信心十足地预言："我们中国人是有能力、有智慧的。所以我想，沙产业咱们中国人能不能带个头呀，我看一定会成功的"(《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，第 27 页)。一面"冷眼向洋看宇宙"，做着跨越时空的深情展望："从天文学的观点来说，站在遥远的星球上看我们，好像没有什么变化，地球接受的太阳光能量还是通过生物，通过人，最后通过大气以低温辐射的形式返回星际空间。但在地球上的中国，变化可大咧，这将使中国人民生活得好得多！"(《钱学森论沙产业、草产业、林产业》，第 9 页)

现在，以"钱学森"命名的新星正在深邃的太空中凝视着我们。以他博大精深沙草产业理论的科学思想之光，照耀着我们进军第六次产业革命的征程。让我们沿着他描绘的沙草产业路线图，完成他未竟的事业，前赴后继，奋勇前进。

钱学森沙产业理论与鄂尔多斯历史性巨变

王果香



作者(右)与联合国防治荒漠化公约组织秘书长迪罗亚(左)在国际会议上

二十多年来，鄂尔多斯市践行钱学森沙产业、草产业理论，围绕着力构建林业生态、森林安全、林沙产业、生态文化四大体系开展工作，全市生态建设持续深入发展，林沙产业有了长足进步。全民搞生态的建设氛围日趋浓厚，现已迈入了“增绿增收并重、造林造景并举”的生态惠民多赢路。

一　鄂尔多斯荒漠化土地实现全面逆转，生态步入良性循环

截至“十一五”末，鄂尔多斯市森林资源总面积达到3004.65万亩，比“十五”末增加了884.53万亩；人工灌木林保存面积达到2328.73万亩，跃居全区第一位。目前，全市荒漠化土地面积占国土面积的比率由2003年的56%降到了31.6%，毛乌素沙地治理率达到70%，库布齐沙漠治理率达到23.3%，鄂尔多斯荒漠化土地实现全面逆转，生态步入良性循环。这应是鄂尔多斯各族人民在钱老百年诞辰之际给老科学家的最好纪念。我从普通农民到联合国官员的人生成长历程，也是学习、理解、践行钱老沙产业理论的过程。思想经历了从自发到自觉；实践是从盲目到科学；技术是从种“乔木”为主到“草、灌、乔”结合；方法是从“一般绿化”到“适树适种”，因地制宜；目标是从“以绿为标准”到“以富为光荣”，再到“资源可再生、经济可循环、发展可持续”的科学发展。这是钱老给我们指明的金光大道。我们要用毕生精力完成这项功在当代、利在千秋的伟大事业。

鄂尔多斯主要变化如下：

(1)造林绿化快速推进，人居环境显著改善。“十一五”期间，我市完成造林810.63万亩，其中人工造林657.63万亩、飞播造林153万亩；完成封山(沙)育林299.11万亩；完成补植304.48万亩、补播200.78万亩；5年来全市在降水量减少的情况下，城市空气质量优良天数比

率超过92%，沙尘暴发生次数较“十五”期间年均减少近20次，强度明显减弱，人居环境得到显著改善。

(2)林沙产业蓬勃发展，惠农富民效益凸显。坚持生态建设与产业发展相结合，形成产业链、环环相扣，走生态建设产业化的道路。依托灌木资源优势，明确林沙产业“五化”（林板一体化、林纸一体化、林饲一体化、林能一体化、林景一体化）、“三品”（饮品、药品、保健品）的总体框架，初步形成了以人造板、纸张、饲料、饮食品、药品、保健品加工和生物质发电、生态旅游为主的林沙产业体系，林沙产业成为了农牧民增收的重要渠道。“十一五”期间，全市新增原料林基地597.16万亩，其中沙柳44.52万亩、柠条228.14万亩、杨柴178.92万亩、沙棘9.21万亩、其它136.37万亩。建成碧森种业、毛乌素生物质热电厂、宏业人造板、天骄人造板、高原圣果、天骄食品等一批依托林沙草资源，具有市场竞争能力、科技开发能力、精深加工生产能力、辐射带动能力的林沙企业21家，带动农牧户12万户，提供就业岗位近2万个。建成成陵、恩格贝、响沙湾、七星湖、萨拉乌素等生态旅游景点20多处。2010年全市林业总产值达到了35亿元，比2005年提高了28.1亿元，农牧民来自林业的人均纯收入也由2005年的368元增加到2100元。林沙产业的发展促进了人口转移，把林业的生态、经济和社会效益紧密地结合在一起，实现了生态生计兼顾、治沙致富共赢。胡锦涛主席看望钱学森时，对鄂尔多斯的林沙产业发展给予了高度评价，鄂尔多斯林沙产业发展成为了全国的亮点。

二　促进生态好转和产业结构优化

(1)坚持以科学发展的理念谋划生态。尊重规律，科学施策，分类指导，变被动“防沙治沙”为主动“管沙用沙”，变“征服自然”为“善待自然”。对库布齐沙漠采取“南围、北堵、中切割”的治理模式；毛乌素沙地采取“庄园式生物经济圈”的治理模式；干旱硬梁区采取“窄林带、宽草带、灌草结合”的治理模式；丘陵沟壑区采取“沙棘封沟、柠条缠腰、松柏戴帽”的治理模式，各区域生态环境明显好转。依据“三区”规划，优化生态布局，转移致富农牧民，集中打造生态恢复区，生态建设由分散治理走向集中恢复。坚定不移地推行禁牧休牧政策，大力发展舍饲畜牧业，在减轻生态压力的同时，促进生态自我恢复。摒弃重数量轻质量的思想，坚持保护和建设并重，打造立体式、多层次、高标准的生态系统。目前，全市植物种类达到1054种，野生动物种类近1300种。天鹅、鸿雁、白鹭、苍鹰等过境候鸟种类达到了20余种，近15万只。数十年未开花的国家二级濒危植物沙冬青和百日花大面积绽放，成为世界罕见的景观。

(2)坚持项目先行的理念带动生态建设。把国家林业重点工程作为火车头和引进国家投资和吸引社会资金发展林业的载体。“十一五”期间累计完成退耕还林67.5万亩、天保工程公益林建设291.96万亩、三北四期工程102.5万亩，建成自然保护区10个，总面积达到了1341.29万亩，占到国土总面积的10.31%，湿地面积达到了254.81万亩。使鄂尔多斯实现了“沙进人退”到“绿进沙退”的历史性转变，北方绿色屏障牢固树立。

(3)坚持产业发展的理念拉动林沙产业发展。确立了“生态建设产业化、产业发展生态化”的工作思路。运用“公司加基地、基地连农户”的经营模式，加强和巩固第一产业，改造和提升第二产业，优化和拓展第三产业，理顺生态建设与经济发展的关系，充分调动了社会各界参与生态建设的积极性。一是充分挖掘林地生产潜力，在原料林基地建设上实现新突破。实施了百万亩沙棘和百万亩山杏工程，夯实林业产业发展的基础。二是充分利用市场优势，在林业产

业品牌上实现新突破。建立高档次林沙产业工业园区,实现林沙产业的集约化发展。依托灌木资源丰富和林业产品绿色无公害的优势,推进无公害产品认证,促进林业生产标准、产品标准与国际市场接轨。扶持具有市场竞争能力、科技开发能力、精深加工生产能力、辐射带动能力的林沙企业,打造了“宏业”、“亿利”、“天骄”、“水域山”、“准立”、“高原”等一批具有地方特色的产品和品牌,增强产品竞争力和抵御市场风险能力。三是充分开发景观资源,在以生态旅游为主的第三产业上实现新突破。充分发挥自然保护区、森林公园、国有林场和沙漠景观等在生态旅游中的重要资源优势,打造了多条生态旅游精品路线,形成了以生态景观为主,以基础建设为辅,以家庭服务为补充的生态旅游圈,有效满足人们多层次、多样化的休闲娱乐需要。四是积极推进银企合作,在畅通融资渠道上实现新突破。为 11 家大型林沙企业申请林业贴息贷款 2.1 亿元,贴息 600 多万元,化解了林业融资难题,增强了林沙产业发展的生机与活力。五是推进产业科技攻关,在推动产业升级上实现新突破。积极协调科研院校和科研机构,不断增强企业的技术集成和产业化能力,提高市场竞争力。与北京大学生命科学院、中国林科院合作,研发出沙棘叶黄酮和花青素,并投入生产,全面解决了沙棘雄株无利用价值的难题;与中国农机研究院、中国林科院等科研院所合作研制开发了适应鄂尔多斯不同地形地貌的大中型灌木平茬机械,从根本上解决了林沙产业原料供应不足的问题,促进了林沙产业的快速发展。

(4)大力推动生态旅游。依托生态建设形成的良好自然环境和独具特色的人文、地理环境及恩格贝、神山两大森林公园为支撑,集中打造阿拉腾敖包—夜明沙—神光响沙—七星湖—黄河沿岸—巴拉贡—风车大观园—摩林河—鄂尔多斯草原旅游区、响沙湾—展旦召风情旅游区—恩格贝、嘎鲁图镇(席尼喇嘛故居.纪念塔)—沙地柏自然保护区—萨冈彻辰纪念馆—福海生态旅游区 B 区—乌审召旅游区(乌审召庙、牧区大寨陈列室、乌审召生态化工园区)—福海生态旅游区 A 区—成吉思汗陵—响沙湾、新庙—转龙湾—成陵,乌仁都西—阿尔寨—新召草原—包乐浩晓温泉—布龙湖、薛家湾—准旗暖水砒沙岩地质公园—准格尔召旅游区—内蒙古神泉生态沙漠旅游区—阿贵庙森林公园等 10 条旅游精品线路。

三　恩格贝试验示范区进一步走沙产业和新能源协同发展路子

恩格贝试验示范区是我市目前打造的林沙、草产业的国家级重点基地,在不断巩固已取得治沙成果的基础上,进一步提升对恩格贝的认识,走沙产业和新能源协同发展的路子。

1. 依托科技支撑,加快项目建设

①一是高科技沙生植物园项目。完成植物园核心区及周边 300 亩地形整理;入园大道和核心区周围 345 亩沙柳立式网格沙障;防护林带樟子松造林 125 亩;入园大道、主道两侧和三角园绿化工程以及滴灌系统主管和分管道安装。二是沙漠科学馆项目。

②扎实推进现代阳光农业循环经济发展链条。依托初具规模的设施农业和大棚农业,把中科院节水农业技术、沼气技术等有机结合起来,采取“多采光、少用水、新技术、高效益”的路线,积极构建一套变废为宝、低耗低碳、生产环节消碳、资源无浪费的现代阳光农业循环经济体系。其中的大棚农业等技术对周边的农民具有很强的引导作用。以综合利用太阳能为载体,在已建起的 108 栋现代农业蔬菜大棚和日本北海道甜瓜拱棚基础上,重点打造设施农业生产,增加蔬菜瓜果种类及特色植物培育,开展绿色食品生产和加工等生产环节的示范;3000亩农业

节水灌溉示范项目种植的优质紫花苜蓿已初具规模；在1000亩的藻类养殖基地建起600个养藻大棚，全部完成棚内的种植任务，并生产出“藻粉”。

③注重旅游要素的完善和项目的建设。有效整合自然资源、人文资源，完善旅游接待、服务及其配套设施，增强吃、住、行、游、购、娱等功能，优化景区空间结构，创建景观丰富、景点连续、可进入性强、选择性好的旅游空间。在沙湖湖畔开工建设总占地面积4945平方米的观光塔，建筑高度93.5米。规划设计完成8000平方米水岸广场。

④加快与中科院合作共建科技研发中心和示范基地等平台的项目建设。中国科学院已与鄂尔多斯市人民政府签订战略性合作框架协议，恩格贝生态示范区管委会积极与中科院合作，寻求科学技术上的支持。挂牌并已经开始实施的项目有：内蒙古鄂尔多斯沙地草地生态研究站恩格贝分站、中国科学院内蒙古草业研究中心鄂尔多斯分中心、中国科学院地理科学与资源研究所恩格贝现代节水灌溉技术实验示范基地、中国科学院过程工程研究所特种生物规模化培育基地。

2. 今后工作思路

恩格贝生态示范区奋斗目标：坚持四项发展原则，依托六大支柱产业，实施五项重点工程，实现四个奋斗目标，打造一座生态示范城。四项发展原则即坚持资源节约、生态和谐，科技支撑、产业提升，机制创新、统筹发展，服务区域、市场运作。依托现有的种养殖和旅游资源，重点发展六大支柱产业即生态环境治理、现代农业种养殖、高效设施种植、农产品加工物流、新能源开发和利用及观光休闲旅游；着力拓展现代农业的精品生产、深加工、示范引领、生态保护、休闲观光，示范教育等功能，显著提高示范区沙产业和新能源利用的科技含量和综合竞争能力。五项重点工程即现代阳光农业循环体系、自然资源和太阳能等可再生能源的综合利用、荒漠化环境综合治理技术示范、光伏电力及其利用技术以及鄂尔多斯国际生态高峰论坛。四个奋斗目标即将恩格贝打造成为世界沙漠生态循环经济示范园、中国沙漠文化世博园、首都沙漠休闲度假后花园和内蒙古金三角国际会议接待中心。

邓小平主席20世纪80年代曾对美国前总统卡特说过：“我们对民族地区首先着眼于把它发展起来。比如内蒙古自治区草原面积广大，人口又不多，将来发展起来很可能走进前列。”西部大开发，生态是重点，沙漠化防治是难点，沙区各族群众脱贫致富是焦点，突破口是产业化。“发展沙产业，应对荒漠化”已成了2011库布齐国际沙漠论坛的共识。沙产业是中国的亮点，也是人类的希望。未来的鄂尔多斯将继续按钱老的理论，坚定不移地实践下去。胡锦涛总书记的高度肯定和殷切期望是我们继续前进的强大动力。我们将竭尽全力坚持科学发展观，全面推进鄂尔多斯各项社会主义建设事业，为早日走进全国前列而奋斗。

作者简介：

王果香，女，汉族，1954年出生，内蒙古达拉特旗人。大专，无党派。现任内蒙古鄂尔多斯市政协副主席，联合国防治荒漠化公约亚太区域理事，内蒙古沙产业、草产业协会副会长，内蒙古防沙治沙协会副会长，鄂尔多斯市防治沙漠化暨沙产业草产业协会会长。

从1991年至今，代表中国非政府组织赴瑞士、美国、德国、意大利、澳大利亚、巴西、伊朗、新加坡、蒙古、泰国等国家出席联合国防治荒漠化公约大会，先后参加国际性非政府间工作交流会议40多次。

践 行 体 会

以科学的发展观为指导
加快内蒙古沙产业发展步伐

杨利民



摘要：本文以科学发展观为指导，阐述了钱学森的沙产业理论，提出用新的思维、新的理念、新的视角去认识沙漠、经营沙漠，加快内蒙古沙产业、草产业的发展步伐。

关键词：科学发展观；钱学森；沙产业；内蒙古

党的十六大以来，以胡锦涛同志为总书记的新一届中央领导集体高瞻远瞩，审时度势，向全党提出了树立和落实以人为本，全面、协调、可持续发展观的号召/口号/……不是问题。科学发展观的提出，是我们党对马克思主义发展观的丰富和完善，是对社会主义市场经济条件下经济社会发展规律在认识上的重要升华，是我们党执政理念的一个飞跃。我们在各项工作中都要认真贯彻落实科学的发展观。对于沙漠化问题较为严重、生态环境比较脆弱的内蒙古来讲，以科学发展观为指导，加快沙产业、草产业的发展步伐，具有特殊重要的意义。

多少年来，人们一直把沙漠戈壁视为人类生存发展的大敌进行整治，而没有看到它可以开发利用、造福人类的一面，其结果是走了一条只注重生态治理，而忽视产业开发，甚至还出现了边治理、边破坏的情况。深刻反思人类与沙漠作斗争的历史，我们就会明白，沙漠所造成的自然灾害既有自然的原因，也有人为的因素，很大程度上是由于人与自然的不和谐相处酿成的苦果。这方面的事例国内外都有。比如，前苏联因在上世纪 50 年代初建设了被称为“世纪工程”的卡拉库姆大运河，结果 30 年之后引发了 600 多万公顷水浇地盐渍化的“白风暴”。在我国，一些地方迫于人口增长的压力，进行垦草种粮、毁林扩种，结果造成草场退化、森林减少、土地沙化，以至部分地区不得不移民搬迁，陷入“沙进人退”的境地。

对于防沙治沙和开发沙产业，我国科学界进行了不懈的研究探索。20 世纪 60 年代初期，著名科学家钱学森院士在内蒙古巴丹吉林沙漠戈壁从事火箭和导弹发射研究工作时，曾提出“要用科学技术经营沙漠”，让沙漠为人类创造财富。1984 年，钱老又应邀在《内蒙古日报》和内蒙古党委决策内参《调研信息》上发表专论，率先系统地提出沙产业理论，并预言创建农业型的知识密集沙产业将是 21 世纪在中国出现的第六次产业革命。钱老提出的沙产业理论，围绕一个“省”字，坚持走资源节约再生的循环之路；突出一个“链”字，坚持走“草畜工贸四结合”的

龙型生态经济之路；强调一个“转”字，坚持走新型的工业化的集约经营之路；追求一个“增”字，坚持走技术创新、成果集群、系统耦合、利用综合、文化衔接、效益叠加的知识经济之路。这一理论，符合科学发展观的要求，为我们重新认识沙漠、经营沙漠开启了全新的思路。

人类科学研究和生产实践活动表明，沙漠是一种宝贵的自然资源，只要以科学发展观为指导，用新的思维、新的理念、新的视角去认识沙漠，加快治理开发步伐，沙漠就能变害为利，造福人类。沙漠戈壁以其光照充足的自然优势，在极端严酷的自然条件下衍生着许多极具生命力的珍稀沙生动植物，开发利用价值很大。沙漠戈壁又以其远离污染源的独特优势，成为人类未来的“绿色生命宝库”。国土面积仅有2万多平方公里的以色列，60%以上的土地是年降水在300毫米以下的荒漠。以色列人在严酷的自然条件下，依靠管理和技术，在沙漠上创造了世界农业的奇迹，被誉为是“欧洲的冬季厨房”。以色列专家曾断言：“农业的未来在沙漠”。我国有16亿亩沙漠戈壁，相当于全国的耕地面积，集中分布在西北地区。内蒙古荒漠化面积大、分布广，全区17.7亿亩土地，从西向东分布着五大沙漠和五大沙地，沙区总面积为11.2亿亩(其中沙漠化和潜在沙漠化土地5.4亿亩)，占全区土地总面积的63.3%。与此同时，全区60%的农田和半数以上的草牧场不同程度地风蚀沙化，全区90%的贫困旗县集中在沙区。内蒙古的沙漠化不仅给当地群众生产生活造成极大困难，而且还威胁着我国东北、华北和西北地区，甚至直接影响到首都北京的生态安全。治理生态环境，开发沙产业，既是内蒙古经济社会发展中一项十分艰巨而紧迫的任务，也是实施西部大开发的一个战略重点。

多年来，内蒙古一直高度重视防沙治沙工作，并取得了明显成效。特别是国家实施西部大开发战略以来，内蒙古自治区党委、政府把生态环境治理作为最大的基础设施建设，并寓沙产业开发于生态治理之中，坚持在治理中开发，以开发促治理、增效益的工作思路，把沙漠治理、开发利用与推进农牧业产业化、工业化、城镇化紧密结合起来，不仅恢复了生态，而且发展了生产，改善了城乡居民的生活，步入了“沙漠增绿，资源增值，农牧民增收，企业增效”的良性循环。目前，全区已建成了具有一定规模的林、草、沙产业各有侧重的试验示范基地，涌现出一批以民营企业为代表的沙产业开发龙头企业和企业家，初步呈现出产业化发展的良好态势。内蒙古和林格尔县原是一个风蚀沙化严重的贫困地区，通过在风蚀沙化土地上种植沙棘、甘草等沙生植物和发展养殖业、加工业，走上了富民强县的道路。内蒙古鄂尔多斯市有数百万亩沙柳，每年可提供55万吨平茬沙柳条。中国制浆造纸研究所研究表明，沙柳是一种理想的造纸原料，只要加入20%左右的木浆即可弥补沙柳纸浆纤维短的缺陷，生产出高档挂面箱板纸，并能完全替代进口产品。根据这一研究成果，原来以生产羊绒制品为主的企业东达蒙古王集团收购了两家造纸厂，通过进行技术改造，将用10年时间建成50万吨沙柳制浆项目。为保证原料供应，这个集团投入6300万元，在库布齐沙漠种植了300万亩沙柳，并以林草间作带动了饲料加工业。企业在发展沙产业实践中都取得了良好的生态、经济和社会效益。这样的企业在内蒙古还有很多。东达蒙古王集团等企业的成功实践，得到了钱学森院士的高度评价，他指出，东达蒙古王集团等企业是在从事一项伟大的事业，将林、草、沙三业结合起来，必将开创我国西北沙区21世纪的大农业。实践充分证明，大力发展沙产业，是中国西部荒漠、半荒漠化地区农牧业开发、生态建设的一条有效途径，也是促进这些地区早日实现全面建设小康社会目标的一条新路。

当前，国家实施西部大开发战略已进入了新的阶段。国务院最近召开会议，对深入推进实施西部大开发战略做出了新的部署，并制定了旨在进一步促进西部大开发的若干政策措施。

这为内蒙古继续搞好生态建设，加快发展林、沙、草等产业带来了新的机遇。我们要紧紧抓住西部大开发的历史机遇，以“三个代表”重要思想和党的十六大精神为指针，以钱学森院士提出的沙产业理论为指导，坚持寓沙产业开发于生态建设之中的方针，大力发展沙产业。要积极引进、推广、运用现代科学技术，通过光合作用固定、转化太阳能，以市场为导向，以经济效益与生态效益、社会效益“三效”统一为目标，建立科学的利益机制，调动各方积极性，加快发展知识密集型的沙产业，实现由治理沙漠向经营沙漠的转变，把内蒙古建设成为祖国边疆的绿色生态屏障和重要的绿色产业基地，推动全区全面建设小康社会目标的如期实现。在具体工作中，要突出以下几个重点。

一是根据沙漠戈壁和沙漠化地区的不同类型，进一步制定和完善内蒙古发展沙产业的中长期规划。要结合制定“十一五”发展规划，认真总结经验，完善政策，因地制宜地制定沙产业发展规划。从内蒙古实际出发，围绕生态建设的重点区域和重点工程，重点开发沙棘、沙柳、山杏、麻黄、苁蓉、甘草、有毒灌草、天然胡萝卜素、荒漠藻治沙及藻类沙产业，并开发沙漠旅游项目。

二是进一步加强对沙产业的开发研究工作。要高度重视沙产业的开发研究工作，建立健全与之相适应的社会化服务体系，充分发挥内蒙古沙产业、草产业协会等中介组织的作用，积极主动地联系、协调、组织区内外的资深专家、科研院所、重点企业和有关部门，努力解决好沙产业开发研究中存在的人才、技术、资金等方面的问题，推动沙产业开发研究不断取得新成果，并尽快转化为现实生产力，为全国沙产业开发积累经验。

三是高度重视发挥现代科学技术在发展沙产业中的支撑作用。进一步深化科技体制改革，健全和完善有利于沙产业发展的科研体制和工作机制，充分调动区内外有志于投身内蒙古沙产业开发和研究工作的广大科技工作者的积极性，发挥他们的聪明才智。同时，要努力拓宽筹资渠道，切实增加对沙产业的科技投入，大力引进和推广应用国内外的先进技术与经营管理经验，努力在沙产业开发的某些领域实现技术跨越。

四是充分发挥企业集团在沙产业开发中的龙头带动作用。沙产业具有一定的公益性，周期长，早期效益不明显，不能急功近利。我们要通过提供良好的配套政策服务，鼓励和吸引各类企业积极参与沙产业的开发。各级政府要从政策、资金、技术等方面积极引导和扶持区内外各类企业集团，特别是民营企业进军沙产业，使他们不仅能够得到近期利益，而且得到长远发展。

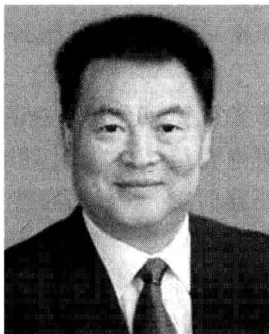
五是整合社会资源，大力推进沙产业健康发展。开发沙产业是一项社会系统工程，要加强领导，培养人才，树立典型，抓点带面。要协调处理好科技人员、企业和农牧户之间的关系，充分调动各方面的积极性，形成市场导向、龙头带动、技术集成、利益驱动、行政服务、群众参与的“六位一体、六力合一”的产业开发新格局，推动“公司＋基地＋农（牧）户”，种养加一体化，产供销一条龙的专业化协作和市场化运作，打造核心竞争力和品牌优势。

作者简介：

杨利民，男，汉族，1948年12月出生，甘肃省酒泉市人，兰州大学哲学系毕业。现任中央纪委驻交通运输部纪检组组长、党组成员。中共十六届中央候补委员，第17届中纪委委员。历任甘肃省党委常委、组织部部长，内蒙古党委常委、组织部部长，内蒙古党委副书记等职。系内蒙古沙产业、草产业协会创始人，协会两届名誉会长。

内蒙古是践行钱学森院士沙草产业理论的试验示范之地

任亚平



内蒙古自治区是钱学森院士沙产业草产业理论的孕育之地、构思之地、试验之地和示范之地，也是钱老破例担任中国首个省级沙产业、草产业协会名誉顾问的偏爱之地。内蒙古把“大力发展林产业、沙产业、草产业”列为“十一五”和“十二五”规划的战略重点，是我们坚持科学发展观、坚持可持续发展、确保人与自然、人与社会和谐发展，祖国边疆长治久安的重大措施。不忘钱老深情厚望，科学发展沙草产业，打造北方绿色屏障，既是胡锦涛总书记对内蒙古的明确要求，也是我们对祖国的庄严承诺。

钱学森院士冲破阻力返回祖国，志在强国，心在富民。不但为“两弹一星”事业做出了杰出贡献，而且以知识密集型的沙产业、草产业理论指导了西部大开发的科学进行，用科学技术帮助农牧民脱贫致富。早在20世纪60年代，钱老就在位于内蒙古额济纳旗的酒泉卫星发射中心从事国防科研。他深入沙漠戈壁，坚持业余考察，经过多年酝酿，萌发了发展沙产业的构想，提出要用科学技术经营管理沙漠，以新的思维去研究沙漠，从新的视角去认识沙漠，用新的理论去治理、利用沙漠，最终达到变害为利、造福于民的目的。之后，钱老应邀于1984年在《内蒙古日报》上发表了沙产业、草产业的第一篇专论《草原、草业和新技术革命》，在内蒙古党委决策内参《调研信息》上发表了第一次全面阐述第六次产业革命的理论成果《创建农业型知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》，表达了对内蒙古带头抓好沙产业、草产业的殷切期望。钱老的沙产业、草产业理论，从新的角度看待沙漠资源，一改传统视沙漠为“地球癌症”的偏颇为人类寻求新的发展空间的绿色家园。为使更多的人了解支持这一全新的理论，发展中国的沙产业、草产业，钱老与许多专家学者鸿雁传书，点拨研精；几次给中央领导同志写信，建言呼吁。仅1983年至2006年，钱老关于“第六次产业革命”的通信就多达200多篇（封），赤子之心拳拳可鉴，爱国精神跃然纸上。

27年来，钱老创建的沙产业、草产业理论，经过我国西部沙区、牧区人民的实践，从不同角度、不同侧面证明了其研究的前瞻性、立论的战略性和应用的可操作性。一批实践沙产业、草产业理论的典型，取得了经济效益、生态效益、社会效益的“三效统一”和沙漠增绿、资源增值、农牧民增收、企业增效“四增同步”的可喜效果。甘肃张掖地区在发展沙产业实践中创造的“多采光、少用水、新技术、高效益”的技术路线，钱老给予了充分的肯定；新疆建设兵团开发“膜下滴灌”技术，节水效果十分明显；内蒙古已建立了多处规模经营的林产业、草产业、沙产业试验

示范基地，涌现出一批以民营企业为代表、以机制创新为特点的沙、草产业龙头企业。东达蒙古王、伊泰、伊利、蒙牛、盘古、天骄、宇航人、亿利资源、小肥羊、科尔沁肥牛等企业开展的各有千秋、因地制宜的“龙头企业＋基地＋农户”的城乡一体化模式，因为形成了前连市场、后联农户的牧工商产业链，而得到钱老的高度赞扬。2001 年 5 月，钱老在给内蒙古政协委员赵永亮、专家郝诚之的信中说：“东达蒙古王集团正在从事一项伟大的事业——将林、草、沙三业结合起来，开创我国西部沙区 21 世纪的大农业！而且实现了农工贸一体化的产业链，达到沙漠增绿、农牧民增收、企业增效的良性循环。”

据内蒙古产业化办公室统计，截至 2005 年底，内蒙古自治区农牧业产业化龙头企业已达 137 家，其中国家级 18 家。分类比较，拥有“中国驰名商标”的企业 13 家，在西部名列前茅。股票上市公司 7 家，位居我国民族地区前列。内蒙古自治区在退耕 93 万公顷的情况下，2010 年全区粮食总产量1662.15万吨，创历史最高水平。自治区生态状况整体恶化的趋势得到控制，重点治理区的生态状况明显好转，正在成为我国陆地生态状况处于相持阶段科学评价的重要依据。“绿起来更要富起来”正在成为喜人的现实。

2004 年 1 月 2 日，胡锦涛总书记视察内蒙古蒙牛乳业集团时曾指出：“内蒙古有这么大的比较优势，13 亿亩草场，中国人均一亩；河套平原、西辽平原各拥有 800 多万亩水浇地，退耕还草；这既有资源优势，又有市场需求，还有这样的龙头企业，何愁不能全面达小康。”2006 年 6 月 2 日至 4 日，温家宝总理在视察内蒙古时高度肯定生态建设的成就。他说：“自治区根据实际情况，大力发展诸如沙棘、柠条等产业，不仅具有生态效益，而且具有经济效益，这些方面都看到了效果。”温家宝总理曾经在著名沙产业专家刘恕的一份关于沙产业的内部报告上批示：“钱学森同志和宋老（指宋平同志）提出，在我国西部戈壁沙漠发展沙产业，这些重要的理论和意见值得重视。一些地区的成功实践充分说明，办好这件事不仅有经济意义，而且有社会和生态意义。”2008 年 1 月 19 日，胡总书记登门看望钱老高兴地说：“前不久，我们内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好。沙生植物的加工搞起来了，在恢复沙区人民的生活有了明显提高，您的沙产业设想正在变成现实。”把生态建设与农牧业结构调整、扶贫开发、生态移民和发展林沙草等产业结合起来，实现生态效益、经济效益和社会效益的统一，在使农牧民持续增收的同时达到人与自然的和谐。应该是西部开发第二个十年的目标。

我们越来越认识到，西部大开发，生态是重点，沙漠化防治是难点，沙区各族人民脱贫致富是焦点，突破口是产业化。科学的选择就是钱老倡导的知识密集型的沙产业、草产业。这是破解“三农”问题、寻求西部大开发生态建设“退耕还林”、“退牧还草”后续主导产业的有效途径，也是摆脱传统的“以粮为纲”，营养单一的“粮-猪”农业困扰、健全国家食物安全体系的最佳方案。内蒙古将“大力发展林产业、沙产业、草产业”写入自治区经济社会发展“十二五”规划，这是对自然、生态、经济规律的正确把握，是对中国特色创新理论与科学决策相结合的有效尝试。也是我们实现邓小平同志遗愿，保证内蒙古尽快“走进全国前列”的实际行动。

钱学森院士说得对，构建和谐中国，就要换一种思维看沙漠。既要看到它不利的一面，脆弱性的一面；也要看到它有利的一面，具有巨大潜力的一面。我们必须看到，合理利用沙漠在缓解人口对土地的巨大压力，开辟放心食物生产空间方面有着其他地理单元无法替代的重要资源价值。钱老的沙产业、草产业理论就是从人与自然和谐的角度认知沙漠、开发沙漠资源的观念更新和理论创新。人类与其耗费巨资、舍近求远，到月球上去寻找生存空间，不如脚踏实地因地制宜，在地球的沙漠边缘善待环境，建设新家园。从这个意义上说，钱老的沙产业、草产

业理论不仅可以造福中国，而且可以造福全人类。

内蒙古继拍摄专题片《沙草产业兴内蒙》之后，又由党委宣传部、内蒙古沙产业草产业协会合作在中央电视台播出我国第一部集中反映钱老沙产业理论和西部沙产业成就的5集专题纪录片《沙变》，已经收到很好的效果。由内蒙古沙产业草产业协会注册，新华网提供技术支持的"中国沙产业、草产业网"开通，更让世界知道了我们如何为建设绿色地球而努力。自治区党委政府一直支持"中国沙草产业网"用好国际互联网这个现代技术平台，"立足内蒙古，兼济西部，胸怀祖国，放眼世界"，把宣传中国特色生态文明的新型网络频道办好，使之成为学习、交流，传播、践行钱老沙产业、草产业理论实践成果的平台，为人类造福。"中国沙产业、草产业网"精心设计，开设了"热点新闻"、"产业要闻"、"名企风采"、"理论之窗"、"实用技术"、"国际交流"、"学术交流"、"权威评述"、"科学理论"、"成果展示"、"产业特征"、"合作项目"、"法律法规"、"沙漠旅游"、"草原观光"、"文化探秘"、"名人轶事"等十几个频道和栏目。宣传了沙漠地区是人类宗教发祥地、文明汇聚地的历史底蕴和文化亮点。网友反映，已初显地域特色、民族特色、边疆特色的优势，前景看好。

钱老的沙产业、草产业理论，已成为有志于西部科学开发的经济界、理论界、舆论界、实业界众多学者、专家、各级领导和科技工作者及农牧民明白人的探讨热点。众多研究者发表了一大批有见地、有内涵、有指导借鉴意义的理论文章，构成了"西部学派"理论实践相结合的新亮点。大家形成如下共识：钱老的知识密集型的沙产业、草产业理论的特点是围绕一个"省"字，坚持走资源节约再生的循环之路；突出一个"链"字，坚持走"草畜工贸四结合"的龙型生态经济之路；强调一个"转"字，坚持走新型工业化的集约经营之路；追求一个"增"字，坚持走技术创新、成果集群、系统耦合、利用综合、文化衔接、效益叠加的知识经济之路。

据钱学森办公室的同志讲，党中央已同意把上海交通大学的钱学森图书馆纳入中央三所国家干部学院之一——浦东国家干部学院的教学基地(另两所分别设在江西井冈山和陕北延安)；要创建"钱学森学"；要把知识密集型的沙产业、草产业、林产业的理论学科建设提上议事日程。这都是涉及第六次产业革命理论建设的大事，是中国科学家为构建和谐社会和和谐世界的重大贡献。

2004年6月，中共中央政治局原常委宋平同志曾深入鄂尔多斯市恩格贝沙产业示范区视察，他建议：内蒙古和甘肃省应以深化钱老的沙产业、草产业理论和实践为目标，把钱老开创的沙产业、草产业事业"继续下去"，"形成核心"，"形成学派"，"干到底"。

2011年是钱老诞辰100年，我们要继承钱老遗志，落实党的十七届五中全会精神，掀起学习钱老理论、弘扬钱老精神、总结内蒙古经验的新高潮，为构建和谐中国、和谐世界做出新贡献。

作者简介：

任亚平，男，汉族，1952年出生，山西省五台人，中央党校研究生学历。现任内蒙古自治区党委副书记，自治区政协主席、党组书记。十七届中央候补委员。历任共青团内蒙古自治区委副书记，内蒙古自治区巴彦淖尔盟盟委副书记、书记，中共内蒙古自治区党委常委、秘书长，内蒙古自治区党委常委、自治区常务副主席兼党组副书记。内蒙古沙产业、草产业协会名誉会长。

内蒙古大学为什么要成立中国沙草产业研究中心

连　辑



首先，我要代表内蒙古自治区政府对中国沙草产业研究中心的成立表示热烈的祝贺，对为这个中心成立做了大量辛勤而卓有成效工作的部门、专家和同志们表示衷心的感谢！

中国沙草产业研究中心的成立，是在有关部门和同志们已经做了大量工作、各种要素齐备的前提下搭建的一个科研平台。

第一是实践要素。沙漠和沙地治理与草原建设作为群众的一种实践行为，千百年来延续不断。特别是新中国成立后，在我国北部干旱地区和沙漠地区沙进人退造成大量贫困的情况下，我们的党和国家政府就已开始致力于沙漠、沙地治理与草原建设。这种实践行为代代相传，形成了一些好的治理典型，涌现出了一批治理模范。

第二是理论要素。从 20 世纪 80 年代初期，钱学森先生提出了治沙、用沙，种草、用草的积极理念，即不要把沙作为纯粹负面的一种自然现象去看待，而要挖掘它的积极意义，把它作为一种产业，通过对沙漠、沙地资源的科学治理和充分利用，实现在生态上的沙退人进，在经济上的强国富民。从钱先生提出这一理论到现在，已经二十多年，期间许多专家学者在进行实践，对这一理论的积淀也越来越深厚。

第三是学科要素。沙产业、草产业或者是防沙、治沙、草原建设，是一种生产实践行为、生态建设行为，同时也是一种学术行为。内蒙古大学成立之初，时任国务院副总理、内蒙古大学校长的乌兰夫同志把李继侗先生从北京大学请到内蒙古大学并担任副校长，李继侗先生又将其团队从北京大学带到内蒙古大学。这个学术团队一开始就把生物学学科方向坚定地、准确地定位在草原、沙漠、沙地为主的生态研究方面，并提出了“面向草原，旁及农林”的办学方向。因此形成了雄厚的学科基础、人才基础，并取得了显著成就。内蒙古农业大学、内蒙古农科院、畜科院和内蒙古其他的科研院所，也相继开展了与沙、草相关的，致力于解决沙-草关系、人-草关系、畜-草关系的多学科的研究与建设，形成了在国内具有相当先锋意义和高显示度的学科成就。

第四是产业要素。内蒙古自治区这些年、特别是近 10 年来，已经开始转变被动的防沙治沙和普通意义上的草原建设思路，提出一方面要保持生态平衡、另一方面要充分利用，逐步开始向沙漠、沙地和草原要生产力、要经济效益。在工作中出现了许多积极的变化，特别是在产业领域，正如大家所知道的，在鄂尔多斯市涌现出赵永亮、王文彪等一批企业家，既治理沙漠、

沙地又利用沙漠、沙地，发展沙产业。又如李京陆在鄂尔多斯毛乌素沙地腹地建立的沙生植物热电厂这样的示范企业。沙生植物发电总量虽不大，装机容量大概是两三万千瓦时，但它的目的并不是单纯的发电，而是把沙地治理作为目的。通过向当地农牧民收购沙柳等沙生植物鼓励农牧民种植沙生植物，提高沙地的植被盖度，以解决沙地裸露问题。还有许多这样的产业，正陆续的在内蒙古落户。特别值得一提的是，今天在座的北京仁创集团的老总秦升益教授，他的沙产业已经不是"沙"产业，而是"砂"产业了。发展砂产业表明沙漠也是一种工业资源、一种工业原料。所以我们叫砂轮、砂锅为"砂"而不是"沙"，揭示了砂的经济属性。我曾经在深圳跟他签协议的时候在会上讲了一两句感慨：人类历史上，特别是中国人始终用负面的观点来看待沙，所以把沙写成了少水为"沙"，少水的"沙"是负面的、是流动的。沙进人退，淹没了良田，淹没了人们幸福的期望，淹没了致富的可能。我们把三点水去掉改成石，就可以利用"砂"增值，利用"砂"制造"生态透水砖"等产品。这个产业在内蒙古也已经诞生了，秦先生以他神奇的科技创新魔力，把腐朽化为了神奇。

第五是社会认知和社会组织要素。标志性的组织就是夏日先生牵头于 2002 年成立的内蒙古沙产业草产业协会。这个协会带有浓厚的政治色彩、政府意图和社会公益性质。钱学森院士破格破例担任该协会的名誉顾问。该协会通过理论引导、试点指导、重点辅导，使内蒙古成为沙产业草产业试验、示范之地。它和产业、理论、学术有关联，但又有区别。其目的主要是通过协会这一平台，把一批有志于沙草产业建设的各界人士汇聚到一起。我曾参加过该协会的几次大型活动，既有学者、官员，也有实业家和社会公益人士参加。我们就是想通过该协会的有效工作，呼吁社会，提醒公众，增强公众对沙草产业的认识和对沙草产业的关注度、参与度，形成社会性的防沙、治沙、用沙和草原建设合理利用、充分保护等方面的意识和能力。这个要素的功能也是我上面所述的其他要素所无法替代的。我认为，沙草产业协会的工作有几点抓得比较好：第一，协会的工作做得很有成效，人虽不多，但很执着，主要的成效就是影响了决策。胡锦涛总书记来内蒙古考察完后看到了钱老理论的实践成效，回去看望钱老时说："您的沙产业设想正在鄂尔多斯变成现实。"这说明我们的总书记已经关注到这项事业。内蒙古自治区党委和政府在制定重大决策（包括正式文件、规划）时，很自然就会写进沙草产业的发展问题。在前两天的内蒙古全区经济工作会议上，胡春华书记讲到生态环境保护下一步的发展时，明确提出了要"大力发展林沙草产业，进一步巩固扩大生态保护和建设成果"，表明自治区党委决策保持了连续性。这是我们过去所做工作最有成效的表现。第二，就是我们的产业基础和条件越来越好。目前已经有一大批企业从正面积极地看待并从事沙草产业。在畜牧业领域，关于草原建设也已经形成了相对完善的思路、政策、体制和产业布局。从产业角度讲，这也是非常好的，在全国是走在前面的。

总之，我们这个研究中心就是在这五大要素的基础上形成的。

目前看来，相对薄弱的是学科建设。这也是我们为什么要抓紧时间在内蒙古大学把这个研究中心建设起来的一个重要原因。关于学科建设，我们有着很好的基础，这个不能怀疑。但是这些年全内蒙古自治区关于沙草产业的科学研究、科技创新，包括基础理论的研究等方面，都需要进一步加强。例如，学科资源的整合度比较低，有资源但是比较分散，不少地方都在做，但是缺乏互相沟通配合，可能存在重复建设，学科的实验资源条件不能实现有效共享；该学科领域这些年没有出现像李继侗先生、李博先生这样的学科带头人和领军人物；重大的国家级科研成果出得不多；从高校的角度研究草原、沙漠、沙地的针对性还不够强；立足于解决现实问题

的研究动力还不是很足，等等。这些都是学科建设中存在的问题。如果这些问题不解决，我们只靠钱老的理论和企业家产业的直接对接是缺乏条件的。所以在整个沙草产业链中，学科相对薄弱成为制约我们沙草产业今后健康发展的一个重要因素。因此，我们成立沙草产业研究中心有一个很重要的意图就是要强化这个薄弱环节的建设，从而使沙产业、草产业的建设有更深厚的学术理论支撑与指导，否则这个产业的发展前途也是很难预料的。

内蒙古大学是一所综合性大学，它办学的宗旨之一就是要解决内蒙古地区的地域性问题，包括草原问题和沙漠、沙地问题。内蒙古有13亿亩草原，草原退化意味着沙地的产生，所以我们研究内蒙古的问题首先要解决好沙-草关系。这个问题到目前解决得如何，从学科、科学的角度回答的如何，给高层决策提供的决策建议如何，还需要打问号。

内蒙古的生态环境，十年前是"整体退化、局部恶化"，经过这些年的努力，我们现在的判断是"总体遏制、局部好转"，但也仍然有少数地区还在不断地恶化中，特别是草原腹地。所以研究草原问题，必须要研究如何构建和谐的沙-草关系、人-草关系、畜-草关系。

当然现在我们有许多好的实践，但是我们还有好多实践问题并没有解决。内蒙古大约6亿多亩沙地，占国土面积的30%多。如果还是少水之"沙"，流水之"沙"，那么居住在沙漠腹地或者周边地区的老百姓怎么治沙？生态环境怎么改善？全世界都关注的沙尘暴问题怎么解决？这些问题并没有从理论上、科学上、操作的模式上、方法手段上很好地解决，所以我们仍然面临着严峻地治理沙漠、沙地的许多现实课题。例如，我们过去在沙漠、沙地进行绿化时，习惯于讲"乔-灌-草"结合，通过多年的调研发现，这个提法是颠倒的，这个顺序是有异议的。在干旱地区，连草都没有的地方，先种乔木，长一棵树相当于养一个科长。好多地方种树是靠滴灌，一年一万多元钱保活的一棵树，不就等于用一万元养了一个科长吗？按生态规律来讲，应该是"草-灌-乔"，先种草本植物解决地表的覆盖问题。如果这一思路能成立，我认为许多地方就不会在沙漠、沙地上先种大树了，而是想尽办法建网格，撒草籽。"乔-灌-草"与"草-灌-乔"，说法没什么大的区别，但在操作和效果上是有区别的！那么这些观点为什么不可以改过来呢？现在又发现，在干旱的沙漠、沙地即使种草也很难成活，那么是不是还有更合适的植物可以种植呢？现在找到了，藻就可以，中科院水生研究所提出来给裸沙地喷藻。藻的生命力比较强，30～40℃的高温晒不死，只要有雨就能繁衍，形成结皮层，把裸沙地"罩住"。结皮后的沙地可保持地表水土，让雨水下渗，为风刮来的草籽提供生长条件。有了草之后才可能长灌木甚至长乔木。这就构成了"藻-草-灌-乔"这样一种种植模式。那么这种种植模式是不是更符合自然规律？为什么不用这种有效的成熟的理论或技术指导我们的生产实践呢？举这个小例子，就是想说，这里需要我们的专家学者围绕实际问题去做的工作实在很多。

内蒙古大学从建校初就致力于生态建设工作，现在具备一些条件，所以先牵头把这个中心建起来。但是，这个中心不单归属于内蒙古大学，要为中国做事，因此该中心是一个开放的科研平台。该中心第一届的班子里内蒙人为主，希望第二届班子全国各界人士都进来，第三届班子就应该有大量的国外人士进来，使这个研究机构高度社会化、国际化。这样，研究中心的功能和作用才会发挥得更好。

我从校长的角度，就该研究中心的发展提六点期望。

第一，研究中心的建立主要在"用"，不要图名分、为牌子。中心要努力去申请课题、项目，不断地开展活动、出成果。否则，很难体现其存在的价值。

第二，借助研究中心这一平台，要把内蒙古的、国内的、国际的相关学科的要素集聚起来，

建设成一个更加开放的学术讨论、学术交流、学术研究的平台，从而提升包括内蒙古大学、内蒙古农业大学、内蒙古农科院等在内的科学研究水平，多出成果。

第三，要把这一中心建设成为自治区党委、政府防沙治沙、草原建设、利用沙漠和沙地、利用草原的决策咨询机构。要积极开展研究，及时为地方政府提供研究成果，为自治区党委、政府的科学决策提供有效的咨询意见。

第四，借助这一平台努力培养一批人才。要高起点地建设研究中心，最初考虑挂靠生命科学学院，就是因为将来可以招收沙草产业方向的博士研究生，集中围绕这些现实性较强的课题开展研究，培养一批实用型的高层次的、专门领域的高端人才，出一批影响决策、影响发展、影响学术、提升声望的学术成果。

第五，发挥好沙草产业协会创建的“中国沙产业、草产业网站”的作用。这是一个由新华网提供技术支持的网站，钱老生前高度重视。既然以中英文域名注册，利用了国际互联网，那就要扩大宣传，为加强国际交流合作做贡献，让钱老的第六次产业革命的创新理论和中国特色的人与自然和谐双赢的探索造福全人类。

中国沙草产业研究中心将建立一套科学有效的管理体制和运行机制，把各种要素有机合理地组织进来，让大家的智慧汇聚到这一中心来，形成合力，把中心的事情做好，把内蒙古沙产业草产业的事情做好，把钱学森先生倡导但未竟的中国的沙产业草产业的事业做好，造福全中国，造福全人类！

作者简介：

连辑，男，汉族，1955年10月出生，山西沁源人，辽宁大学中文系毕业，高级工商管理硕士。现任中共甘肃省委常委、宣传部部长。曾任内蒙古自治区人民政府副主席、党组成员。兼任内蒙古大学中国沙草产业研究中心名誉主任，内蒙古沙产业、草产业协会名誉会长。

实践钱学森沙产业理论　做大新疆肉苁蓉产业

中国科学院新疆生态与地理研究所　刘铭庭



我是一个防沙治沙战线上的老兵，1957年大学毕业后主动要求到新疆工作，被分配到中国科学院新疆生态与地理研究所。从1958年至今已在新疆荒漠化治理过程中，奋斗了整整半个世纪。

改革开放之前，我是埋头搞防沙治沙工作。虽然工作中摸索出一些经验，也取得了一些成果，防沙治沙的效果也十分明显，但当时防沙治沙工作只要取得较好的生态效益就算达到了目的和完成了任务。

1984年中国科学院、中国工程院两院院士钱学森先生第一次提出沙产业的概念，使我大开眼界、深受启发。钱老说："沙产业就是利用阳光，通过生物、延伸链条、依靠科技、面向市场、创造财富的沙业系统工程。"科技界的同仁认为：这是一项具有中国特色自主知识产权的创新理论。这一属于第六次产业革命思想的伟大设想，要求"寓保护于开发利用之中"，为我国"治用结合"的防沙治沙事业指明了一片广阔的前景。2008年春节，中共中央总书记胡锦涛在看望钱老时，对钱老的沙产业理论给予了高度的评价和肯定。

我认为，感觉到的东西不能立刻理解它，理解了的东西才能更深刻地感觉它。钱老的理论应该经过群众的实践来证实其正确性。能不能通过实践给荒凉的沙漠创造出一个美好的绿色环境，沙漠绿色环境也以它的资源优势给人类一个相应的回报，最后达到建设沙漠生态文明的目的，进而使沙漠和人类世代和谐相处下去应是我们努力的方向。

20余年来，我们一直围绕钱老的沙产业理论在进行探索性和开创性的工作。如钱老提出沙产业之后不久，1986年我在中科院新疆策勒治沙站首次在红柳的根部接种肉苁蓉获得成功。1988年进一步在梭梭根部接种荒漠肉苁蓉再次获得成功。

沙生植物肉苁蓉号称"沙漠人参"。是优良固沙植物红柳和梭梭根部寄生的名贵中药材，在我国民间使用已有2000年的历史。过去野生繁衍，很难稳定利用。因此1986年，中国科学院策勒治沙站接种管花肉苁蓉获得成功，被认为是一件大事。

目前，国内外诸多学者从不同角度对其进行深入的研究来看，肉苁蓉对人体有改善性功能、调节免疫、增强体力、保护心肌、促进消化、保护神经、提高记忆、抗肿瘤、抗辐射、抗衰老、抗肝炎和预防老年性痴呆等功效。钱老为此说"沙漠地区的中草药今后要身价百倍"。

我1993年退休。1995年新疆于田县人民政府来函，邀请我到于田帮助沙区群众种植肉苁蓉，通过种植名贵中药材肉苁蓉，使广大沙区群众尽快地脱贫致富奔小康。为了帮助当地沙

区群众，给钱老的沙产业理论提供一个真实的范例，1997 年我 65 岁时，动员全家搬到了离乌鲁木齐1300公里的于田县沙区，在沙漠中创办了全国第一座名贵中药材肉苁蓉人工种植示范基地，占地 500 亩。2000 年，我的肉苁蓉示范基地建成投产。

因为人工接种肉苁蓉，是改革开放以后发生的一个新生事物，它的种植不仅具有生态效益、社会效益，而且又有较高的经济回报，所以前来参观学习的人络驿不绝，和田地区看到了肉苁蓉沙产业发展的广阔前景，已把在沙区种植肉苁蓉确定为和田地区要发展的六大支柱产业之一，计划发展 30 万亩。

和田地区风大沙多，广大沙区是发展肉苁蓉最理想的场所，各级领导十分重视肉苁蓉沙产业的发展工作，地县市都是第一把手亲自抓，地委书记程振山多次到刘教授的大芸示范基地考察。刘教授则表示：一定要在最短的时间里，将和田地区肉苁蓉高产技术提高到一个新的水平，使广大沙区群众通过种植肉苁蓉名贵中药材，真正走向富裕。

从 2000 年开始到目前为止，和田地区已经发展红柳肉苁蓉 20 万亩，目前正集中力量解决籽种不足和提高大面积高产技术。计划 2 至 3 年内把肉苁蓉亩产提高到 200 公斤以上，亩产值达到3000元，到那时，光肉苁蓉沙产业一项每年将给和田地区增收 6 亿元，如果进行深加工开发，产值还要提高好几倍。

肉苁蓉高产接种技术，是发展肉苁蓉沙产业的关键所在，经过近几年的努力，肉苁蓉开沟撒播大面积高产技术推广工作，已在全国各沙区陆续推广开来，除了新疆早走一步外，甘肃省河西走廊的民勤县，内蒙古库布齐沙漠的杭锦旗，内蒙古乌兰布和沙漠的磴口县推广大面积高产已获成功。亩产鲜肉苁蓉达到 200～300 公斤，经济效益达 300～4500元。

由于沙区种植肉苁蓉是一项既有明显生态效益、社会效益，又有较高经济价值的沙产业，它的高产种植已在全国各沙区逐渐推广开来，一些沙区群众在人工种植肉苁蓉沙产业方面发了财致了富，这对广大沙区群众是一个极大的吸引力，最近一、二年和田沙区人工种植的 20 万亩红柳林和内蒙磴口县在沙区种植的 10 余万亩人工梭梭林，已被广大沙区群众争相承包。

过去没有人问津的沙丘沙地，如今成了沙区群众争相承包的香饽饽。改革后的政策很宽松，沙区群众决心在沙漠中大干一场，决心与沙漠为友，和沙漠和谐相处，让人与自然互利共生，相互支持，在沙漠中谱写中国特色生态文明的新篇章，将钱老沙产业理论发扬光大，为世界沙漠治理的层楼更上作出应有的贡献。

小小的新疆于田肉苁蓉基地，最近几年先后接待了国内外六位院士及知名专家。这些专家高度评价中国改革开放以后在沙漠中进行的肉苁蓉沙产业，一致认为在沙漠中发展肉苁蓉是目前取得生态、社会和经济效益方面最好的选择，应大力提倡和推广。中科院刘东生院士 2002 年访问于田大芸种植场后对我说："把研究工作和生产第一线的治沙工作结合在一起，非常了不起。"

美籍华人耶鲁大学教授、美国科学院院士郑永齐先生 2002 年在和田参加第二届肉苁蓉国际学术会后对和田地区领导讲：刘铭庭教授是你们和田的一个宝，希望你们一定要用好这个宝。澳大利亚荒漠化治理中心主任、第六届沙漠工程会议主席威廉姆斯教授参观于田大芸种植场说："我永远忘记不了这个地方，希望你长期坚持下去，更好地享受生活……"这一切说明了发展肉苁蓉沙产业的重要性。

钱老说："西部沙区是第六次产业革命的主战场。"我本人既是肉苁蓉沙产业高产种植技术的发明人和肉苁蓉专利技术的拥有者，更是钱老沙产业理论的忠诚实践者。我决心在有生之

年把这一朝阳产业继续推广下去，使钱老的理论在广大沙区开花结果，造福各族百姓，促进兴边富民。预计到2020年，这一产业在新疆、河西走廊、内蒙古三大沙区推广300万亩，每亩年产值以最低的3000元计算，年产值将达到90亿元，如果延伸种植业链条，进行综合开发利用，年产将达到数百亿元。

作者简介：

刘铭庭，男，1933年4月出生，山西省万荣县人，1957年毕业于兰州大学生物系，中国科学院新疆生态与地理研究所原研究员，硕士生导师。

主要从事肉苁蓉的人工种植及大面积高产推广工作，曾先后推广了柽柳肉苁蓉20多万亩，取得了明显的经济和社会效益。先后发表论文60多篇，科普文章100多篇，参加国家十余部著作的编写工作，出版了中国第一部柽柳专著《柽柳属植物综合研究及大面积推广应用》。他先后在国内外获得科研奖项22项，其中联合国奖3项。

学习大师的理论　建设人机两用“油田”

张加延　张铁华



早在1984年12月23日，钱学森院士在中国农业科学院第三届学术委员会报告中，对沙产业阐明概括有如下的内容：一是从科学的视角出发，具有充沛阳光资源的沙漠戈壁是农业型产业的空间；二是当前广袤的沙漠戈壁上阳光资源的潜力远未被开发利用；三是沙产业研究还是空白的，真正做到沙产业大发展还有待时日。他认为，当沙漠戈壁成了取之不竭的地面油田时，才是沙产业真正大发展的标志（刘恕，2009）。钱老这段话言简意赅、高瞻远瞩，对于我国当前和今后解决因人口增多和发展经济而出现的食物与能源危机，有着极其深刻的指导意义。我理解这个“地面油田”应该是包括既能为人类提供食物（食用油和粮食）也能为机车和工业提供燃动力（生物柴油、润滑油等）。因此，这个油田应该是人机两用油田。大师为我们指出了实现沙产业的方向和目标。

一　人口增多，迫切需要增加食物

在2010年10月至2011年初，我国进行了第六次全国人口普查，虽然现在尚未公布普查的结果，但是我相信肯定会超过第五次人口普查的结果，我国仍将是世界人口之最的国家。然而我们赖以生存的耕地面积每年大约减少500万亩，18亿亩耕地的“红线”很难保证不被突破。目前我国粮食的单产依靠科技进步已居世界之最，十分接近生物产能的极限，再要锦上添花继续提高单产和复种指数已很艰难。如果我国人口继续增加，耕地面积继续减少，出现粮食增长的速度低于人口增长的速度时，我们的粮食安全还能保障吗？难怪美国人布朗先生在1996年就喊出“谁来养活中国人？”这样尖锐而刺耳的问题。世界人口论专家马尔萨斯也提出过“地球到底能养活多少人”的大问题。也早有人预测“到2030年中国人口将达到16亿”。在联合国相关报导中也说“中国人口达到50亿时才能实现零增长”（刘恕，2009）。依靠占世界耕地7%的面积，养活占世界22%人口的成就和荣誉感，我们还能自豪多久？

在我国现有的耕地中，我们必须保证有70%～80%种植粮食作物，只能用20%～30%的耕地来种植油料、棉花、糖料、蔬菜和水果等人民生活必需的经济作物。近年来各种经济作物的供应都突显紧缺，造成价格上涨。其中我国食用油的供求矛盾十分严峻，对进口的依赖率高

达60%～70%，其中豆油的依赖率高达88%，菜籽等植物油的依赖率也达73.8%，我国是世界上最大的食用油料和食用油的进口国，是食用油严重短缺的国家。为此，国家每年要支出2200亿元巨资，进口美洲国家的转基因大豆，维持国内的需求。我们再也拿不出更多的耕地来种植油料作物，否则将会造成粮食和其他经济作物更大的危机。

1994年9月19日，钱老在会见沙产业研讨会代表时曾说："人口在不断增长，老是老一套不行。要提高生产效率，要提高利用太阳能生产食品的效率。"钱老认为：沙区是新食品原料的开拓地（郝诚之，2011）。

二　经济发展，我们迫切需要增加新能源

从18世纪末世界进入工业化时代以来，每一次大的产业革命都集中在利用煤、石油和天燃气，能源是世界发展和经济增长最基本的动力，是人类赖以生存的重要物质基础。当前全世界上述能源消耗量很大。据专家预测，全世界石油和天燃气最多只能维持50年，煤炭也只能维持100～200年。所以不管是哪种常规的能源，人类面临的能源危机都日益严重，为争夺石油而频频爆发战争。2011年3月11日，日本发生的强烈地震与海啸，引发了福岛一号核电站的核泄漏，全世界人们对利用核能的安全性产生了质疑和恐惧。

我国是富煤、少气、贫油的国家，为解决国内的需求，我们在积极开采国内油田的同时，还要派出海军去亚丁湾护航，从西亚和非洲产油国经海路进口石油，近期又开通了与中亚产油国和俄罗斯的陆路油气管道进口石油，同时还在积极地开展深海油田的勘探与开采。尽管如此，油价还是一涨再涨。

为了寻求新能源，人类开展了太阳能、风能、潮汐能、地热能和生物能的研究与利用，这些新能源都是取之不尽、用之不竭的。但是，其中唯有生物能源是既能为人类提供食物也能为机车提供燃动力的多功能新能源。

1984年6月28日，钱老在"草原、草业和新技术革命"一文中说：现在国外也有人在研究种植"石油植物"，收割后提炼出类似原油的产品，这样沙漠戈壁就成了取之不绝的地面油田了。

三　人机两用新能源的优越性

人机两用生物能源，是由绿色油料植物的光合作用，将太阳的光热能量储存在植物脂肪中的转化太阳能。人和动物食用后，可以充饥，经胃肠消化后，能够释放出营养和热量，保持生命的体温和活力。同时还能制备出生物柴油等，为机车和工业提供燃动力。据测定，每1克植物脂肪在完全燃烧的情况下，能够产生9300卡的热量，比蛋白质和碳水化合物释放的热量几乎高一倍。因此，最佳能源就是人机两用生物能源。

在植物转化太阳能的过程中，光合作用需要吸收CO_2释放O_2，能够降低地球生物圈中的温室效益。所以生物能源还是清洁友好型的绿色能源。

油料植物还是可以通过种子或嫁接等方法繁殖的生物，所以生物能源还是可永续利用的、可再生的新能源。

开发生物能源还具有覆盖荒漠、涵养水源、保持水土、阻挡风沙、美化环境等生态功能。其

中开发木本生物能源还能收到一次栽种百年受益的效果，避免年年耕翻土地，可以减少沙源和沙尘。

生物能源取油后的油渣和枝叶等粉碎后，又是牲畜的精饲料，可以带动畜牧业的发展。在干旱荒漠化地区开发生物能源，还可带动食品工业、油脂工业、化妆品工业、医药工业、活性炭工业和造纸等工业的发展，能够取得加快当地人民脱贫致富的经济和社会效益。所以倍受当今社会的关注和青睐。

1984 年 7 月 27 日，钱老在《创建农业型知识密集产业》一文中又说："在我国林业产业 45 亿亩面积上，不但要提供食用油、工业用油、木制品、纸张、肉食、乳制品等，而且还能每年提供相当于上亿吨标准煤能量的沼气。"

四　我国人机两用生物能源植物的筛选

我国有 400 余种油料植物，其中有草本也有木本植物，根据荒漠化地区的自然生态特点，我们要从中选择抗干旱、抗风沙、耐瘠薄的油料植物，则自然要选择根系深广、树冠坚挺、能抗风沙的木本油料植物做为开发的对象。在木本油料植物中，我们再选择含油量高并且是能够生产人机两用油的植物。最后再从中选择原产于荒漠化地区，或从国外引进并且适宜在荒漠化地区生长的木本油料植物。

这样目标就自然锁定：东北与内蒙古东部地区可以选择红松(种仁年均含油量 67.8%)、西伯利亚杏(55.5%)、仁用杏(50.5%)、榛子(63.5%)、文冠果(60.5%)等；华北和西北东部地区可以选择仁用杏、核桃(63.0%)、山桃(43.4%)、文冠果、榛子、黄连木(33.5%)、欧李(41.8%)、沙枣(26.0%)等；西北地区可以选择杏与山杏(50.0%)、山桃、扁桃(58.4%)、阿月浑子(62.0%)、文冠果、榛子、核桃、沙枣、欧李等；南方及西南高原可以选择油橄榄(60.0%)、油茶(30.1%)、香榧(51.0%)、椰子(59.3%)、槟榔(12.7%)、腰果(46.9%)、油楂果(74.3%)、山核桃(69.8%)、长山核桃(66.5%)、铁核桃(68.0%)、澳洲坚果(77.9%)等。在北方利用设施栽培的方法，可以试种南方树种。

从上述木本油料作物中，我们不难看出，这些都是珍贵而著名的干果，也是木本粮食作物。不仅脂肪含量高，而且在其脂肪酸的主要成分中，不饱和脂肪酸的比例高，都是高级保健食用油。他们种仁的含油量都超过了大豆(20%)，是高级人机两用木本油料植物。

笔者在 1997 年和 1998 年曾提出《关于在三北地区建设杏树产业带的建议》和《再建议》。沙产业基金会和中国园艺学会李杏分会根据因地制宜的原则，经过多年研究提出：在东起朝阳，西至庆阳，东西绵延1500公里这一广袤地区的非耕作土地和天然草地上，有计划地通过造林绿化活动，建立一条杏树带、创办一个杏产业是适宜的，应该着力倡导。杏树是耐寒、喜光、抗旱的乡土树种、天然分布在降水量 250 毫米左右的半干旱区，抗逆性强，易成活。杏树在北美洲的产业化经营创造了可观的产值。据悉，1999 年美国加利福尼亚州的杏仁收成为 8.3 亿美元。加州有6000多个杏树种植商，有林地 40 多万英亩(合 243 万亩)，年产杏仁 22.7 万吨(美国加州在植物生长季节，降水量基本是零——笔者)。若有计划、分步骤地按照钱学森沙产业的技术路线，变野外散生为种植抚育；从一般性的粗放管护到规范的园艺化经营；从低收入、常规传统的果树栽培上升到栽培、管理、采收、加工、销售全过程，即把中国的杏树带真正建设成知识密集、效益显著的产业带。这将是一项利国利民的创举，能够有效地把治理荒漠化和建

设秀美山川的生态目标同农民脱贫致富的愿望结合为一体(刘恕,2000)。

五　开发人机两用油田的技术路线

在《钱学森沙产业、草产业、林产业重要思想精髓》一文中说:据我所知,解放后西部地区曾有两次大的建设……其水平和力度都相当可观,……但并未从根本上改变西部地区的落后状况。究其原因,我认为这些建设并未和西部的经济基础,即农业结合起来。……所以,我感到,西部的开发虽然是全面的、综合的,但仍然要以农业为发展的基础。怎样才能使西北地区的农业走出困境?我想,西北地区是大片的戈壁沙漠……我们过去对不利条件看得重,故侧重于"治理",搞植树防沙、堵沙等。这是对的,也有成绩,但有点消极。对阳光充沛这样的有利条件,则没有注意从积极的方面去利用和开发。笔者十分赞同钱老对我国过去治沙方法"消极"的评价。

钱老说:沙产业就是在"不毛之地"的戈壁沙漠上搞农业生产,充分利用戈壁滩上的日照和温差等有利条件,推广使用节水技术,搞知识密集型的现代农业。这是完全可能的。国际上以色列比我国西北地区的自然条件更恶劣,但他们在沙漠上开发了现代化农业,且经济效益十分可观。我国在甘肃省的张掖地区从 1994 年开始试搞沙产业,在实践中创造了"多采光,少用水,新技术,高效益"的沙产业技术路线,并取得了很大成绩,粮食自给有余,蔬菜瓜果东运销售出口,还带动了一批加工企业的发展。由此我认为,我们在西部开发中,首先要转变对西部沙漠的思维定势,要看到沙漠上也有搞农业的有利条件。所以不仅是"治理",更重要的是"开发",将治理蕴含于开发之中,这就是我提出开发沙产业的指导思想。笔者更欣赏钱老"将治理蕴含于开发之中"的智慧。

六　开发人机两用生物油田的技术措施

钱老曾说:沙漠和戈壁并不是什么都不长,极干旱不长植物的只是少数,大部分沙漠戈壁还是有降水,有植物生长,有的还长了不少的多年生小植物,也有小部分干旱沙漠化了,那是可以考虑引水灌溉的。他又说,在林业生产关系和生产体制问题解决之后,就要解决林业产业的生产组织和生产技术,这方面要发展木本食用油和工业用油的生产,可以考虑参考农业生产的一些做法(1984 年 7 月 27 日)。

笔者从事果树生产和科研多年,并长期在"三北"荒漠化地区考察和指导果树生产。我认为在年降水量为 200～300 mm 的地区完全可以开发人机两用木本油料作物,在这些地区现在还生长着数百年乃至逾千年的杏树、桃树、文冠果、核桃等古树,并且现在还能结果;在我国北方几乎所有的荒山与荒坡上,都能找到成片的野生山杏与山桃的自然群落(林班),这些都是示意我们可以着力开发的佐证。

我们在年降水量≥200 mm 的荒漠化地区,摒弃原始而粗放的造林技术,平整并改良土壤的理化性质和肥力状况,营建好防风林带,因地制宜地选择优良的人机两用木本油料作物,采用先进的果树丰产栽培技术,应用现代的节水灌溉设施和保水材料(地膜与保水剂等),千方百计的截蓄雨水,提高水的利用率,大规模采用薄膜温室等。就一定能在荒漠化土地上,建设好大型人机两用油田和生物能源城市。如果我们再按着钱老的指示,应用现代的生物技术,将抗

旱、高油、丰产基因转移到前述人机两用木本油料作物中，选育出荒漠化地区专用的新品种，则这个油田的经济效益和发展前景将更加可观。

1995 年 11 月 21 日，钱老在“甘肃河西走廊沙产业开发工作”会议上的书面发言最后说：发展尖端技术的沙产业，也就是用现代生物科学的成绩，再加上水利工程、材料技术、计算机自动控制等前沿高新技术，一定能在沙漠、戈壁开发出新的、历史上从未有过的大农业，即农工商一体化的生产基地。在国外，以色列已经走在了前面，我们要用当年搞“两弹一星”的精神赶上去，超过他们！再次用行动证明我们中国人是了不起的！

参考文献：

[1] 刘恕. 解读沙产业[M]. 北京：科学普及出版社，2009.

[2] 内蒙古沙产业、草产业协会，西安交通大学先进技术研究院. 钱学森论沙产业、草产业、林产业[M]. 西安：西安交通大学出版社，2009：1 - 35.

[3] 农林部林业组. 木本粮油植物[M]. 北京：农业出版社，1973.

[4] 刘恕. 发展现代农业是西部开发最大的关键——阳光沙产业是重要出路之一[J]. 科技导报，2000：38 - 42.

作者简介：

张加延，男，1939 年 9 月出生，广东大埔人，中共党员，1963 年毕业于辽宁省熊岳农业专科学校果树大专班，研究员，曾任中国园艺学会李杏分会理事长。现任中国园艺学会理事，中国沙产业专业委员会特邀顾问。他先后完成国家、部、省级重大（攻关）科研项目 28 项，发表论文 100 多篇，主编《中国果树志》李、杏两卷等著作 15 部，并创建了“国家果树种质资源熊岳李杏圃”，荣获国家、部、省级科技进步奖多项，被评为辽宁省优秀科技工作者和劳动模范，享受国务院特殊津贴。

张铁华，1971 年 7 月出生，大专毕业，中共党员，助理研究员，从事科技档案管理和果树栽培与技术研究。现任辽宁省果树科学研究所办公室秘书。

草业应作为我国优先发展的产业

范小克　韩建国　苏大学



编者按：感谢著名学者范小克先生赐稿。该文曾经发表于国家开发银行专家委员会内部刊物《专家建议》第 104 期。陈元行长批示："以基地草业为目标，卖草和下游肉、奶类生产并进，会促进产业结构调整，有意义、有效益。如能构造公司带农户，法人足够强或有强股东、地方政府支持的信用结构、法人结构，可以成为开行考虑对象。请印发各有关局、分行参阅。"

草业不仅具有较高的经济效益，而且具有巨大的生态效益和社会效益。发展草业对实施我国农业产业结构调整、西部大开发、防治荒漠化、沙尘源治理，以及提高农牧民收入、繁荣少数民族地区经济、扶贫开发和保证国土安全方面具有举足轻重的地位。

牧草产业、草食性畜牧业、草籽业、草坪业、经济草业（草本花卉业、中草药业等）和草原旅游业，形成了我国草业的主体框架[1]，成为近年来我国农业经济发展的最活跃部分，将成为我国农业新的经济增长点，是 21 世纪我国的朝阳产业。

在发达国家，牧草生产已形成产业。例如，畜牧业每年消耗的 5 亿吨饲料所需饲料蛋白质，一半以上靠天然牧草和栽培牧草获得。1985 年美国收获干草 1.49 亿吨，产值约为 110 亿美元（仅次于玉米和大豆），1987 年牧草产业跃居美国十大工业的第九位。

然而，我国对草业的定位存在很大的误区：例如，在 2000 年修订的《国家重点鼓励发展的产业、产品和技术目录》中，草业没有进入"产业"的范畴，仅仅是 526 种"产品"中的一个，紧随"天然橡胶种植"之后，与其应有的地位十分不相称。长期将草业作为"副业"，或将草原简单地作为饲料场地的结果是：优质天然草地当作宜农荒地被不断开垦[2]，面积不断减少；天然草地严重超载过牧，生产力急剧降低、物种退化；草地动植物资源遭到掠夺式开发，草地鼠虫害得不到有效控制，最终导致日趋严重的沙尘暴、水土流失、盐渍化等生态灾难。

近年来，国家加强了草地生态环境的保护与建设，但投入不足、力度有限，对于占国土面积 40％的辽阔草地而言，只是杯水车薪。目前草地生态环境仍处于点上建设、面上破坏，局部改善、整体恶化的状态。

为彻底改变我国草业被动、落后的局面，非常有必要对草业重新认识。

一 草业是可与林业相提并论的产业

(一)草业是具有“三大效益”的基础产业

草原生态系统与森林生态系统构成了与人类生存关系密切的主要陆地生态系统,其初级生产力的本质都是植物的光合作用。这两大系统的生态功能在工业文明中被忽视,具有历史必然性的一面,也有政府主导缺陷的一面。我国对于森林生态功能的认识比较成熟,但对草原生态功能的认识刚刚起步,这就是我国森林面积在增加,草地面积在减少的根本原因。因此,认识问题至关重要,我国林业就此探讨了数十年后才初见成效。

传统的森林作用方式是采伐木材,直接利用生态系统的初级生产力,商品化程度相对较高;传统的草原利用方式是放牧,商品的表现形式是生态系统的次级生产力,即通过畜牧业转化为畜产品后进入市场。如果将草业和畜牧业分别作为两个关联产业来看待,则可清晰地表明,草业同林业一样,是集“三大效益”于一身的培育植物资源的基础产业。

(二)草业的管理体制落后

我国草业运行的轨迹与林业“惊人的相似”,重复着林业经历过的“重取轻予”老路[3]:“吃祖宗饭”只顾眼前利益,“造子孙孽”不考虑长远,经历着“索取——破坏——再索取——再破坏”——这个生态不断恶化的怪圈。当年的林业是“越砍越穷,越穷越砍”,生态不断恶化;如今的草业遭到了颠覆性的惩罚作用:载畜量下降,沙尘暴横行,并危及到人类自身的生存。

在管理体制上,林业与纸业的行政性部门分割,曾经制约了林业和纸业的经济活力。1986年,林学会和造纸学会的联合论证会上提出了“林纸结合是林兴纸旺的必由之路”,论证了林、纸必须“结合”而不是简单“联合”,推动了林纸一体化的发展。非常奇特的是,草业-畜牧业的关系陷入了另一个“极端”:草、牧过于密切的结果,甚至使人们感觉不到牧草产业可以独立存在,同样也限制了生产力的发展。尽管我国草地面积占国土面积的40%(为森林面积的3倍),依然无法解决草之难以成“业”的认识障碍,草业的国家管理机构依然是个处级单位。

(三)在市场经济条件下必须按价值配置自然资源

对于可再生自然资源的利用,只要不超过其自适应能力和自恢复能力,不会造成不良后果,并且可以进行人工促进,使资源增长。然而人类在自身发展的同时,走向了反面:在短缺经济和法制不健全的条件下,只要自然资源可以无偿占有或低成本占有,必然导致“搭便车”、“重取轻予”等现象发生,最终是物质流、能量流和价值流都不能产生良性循环,造成难以弥补的资源过度消耗。

在传统放牧条件下草原的牧压小,依靠草原自然的初级生产力就可以满足需要,没有核算草地生产成本的必要。随着草场过载恶果的出现和生态恢复工程的实施,可以看出:不管是否进行商品交换,天然草场的“重置成本”已非常现实地摆在了人们的面前。特别是人工草地的建设可以证明,草原已经不是一种纯粹的自然资源,必须对其不断地投入。

在市场经济条件下必须按价值配置自然资源,“草价”的问题迟早要提到议事日程——正如“林价”出现的过程一样。在这方面,目前林业已经实施了“分类经营”,可以做到连同立木进行交换的“青山”买卖,甚至可以将“青山”作为抵押物向银行贷款,而草业只初步做到了草场承包。

(四)小结

以传统的“草业——畜牧业——畜产品”的产业-产品链同“林业——造纸业——纸产品”的产业-产品链进行比较,可发现如下规律。

1. 以初级产业[4]论,林、草等植物的培育是第一个环节,直接经济效益低,商业资本难以进入,因而“产业化”十分必要(需要指出的是,我国的生态建设不能照搬国外发达国家单一目标的模式,只能是多目标、低成本的,其深层的问题是如何把种植的树、草转化为有效持续地提高农民收入。因此,必须将产业的内涵融入我国的生态建设之中)。

2. 以次级产业论,畜牧业是生物类型的生产,造纸业是工业性质的生产。

3. 以最终产品论,传统草业同畜产品的关系,同传统林业与纸产品的关系类似:肉、奶等畜产品和纸制品等下游产业的市场,都具有容量大、门槛低、商业资本活跃的特点。

4. 以生态准则论,草业与林业在提供物质产品的同时,必须保持自身的消长平衡,才能提供相应的生态效能。

因此,可以得出下述结论:

基于论点 1,草业和林业的发展需要政府的扶持。

基于论点 3,草业和林业的下游产业发展主要靠市场的力量。政府的作用重在调控,重在科技支撑,法制建设和培育、吸引战略投资者。

基于论点 4,畜牧业和林产工业是一把“双刃剑”,如果与上游产业协调发展,则可达到“双赢”目的;而搞“有水快流”的结果,必然是“唇亡齿寒”。

二 我国的草业应当优先发展

优先发展分为主动和被动两种情况:前者如美国的 IT 产业、日本的家电,以未来的市场和巨大的经济效益为目标,投入巨资进行开发;后者如以色列的节水农业,是适应环境的明智之举。

从市场和经济效益的角度看,我国发展草业具备前者的特点;从解决生态问题的角度看,我国发展草业又具备后者的特点。因此,将草业作为优先发展的产业给予特殊的支持,进行全面的改造和升级,符合我国(特别是西部)的国情。

(一)发展草业有利于优化农业产业结构

我国主要农产品的人均占有量,单位面积产量和化肥施用量已超过或接近世界平均水平,生产成本居高不下,粮食生产开始陷入“增产不增收”的发展困境。目前,商业金融已逐步退出农村,加入 WTO 后我国农产品面临着更为严峻的挑战。因此,以发展草业来优化传统农业的产业结构势在必行。

发展草业亦可促进农业的发展。我国目前有 9 亿亩中低产田,在有条件的地方完全可以按照世界通行的做法进行草粮轮作,既改善了土壤肥力,又提高了粮食的产量和质量。利用农田发展草籽产业和人工草地,可以提高农业的经济效益,并减轻对天然草场的牧压,达到农区、牧区“双赢”的效果。

根据市场需求形成的动态的草、粮种植比例,可对粮、奶、肉的产量自动调整,使供给更有

弹性,亦降低了对粮食仓储的压力。同时,也有利于改变我国的食品结构,将“粮食安全”提高到“食品安全”的水平。

(二)发展草业有利于促进畜牧业的发展

草地畜牧业单位面积产值比常规种植业高1～8倍。国际上畜牧业发达国家都把发展草食动物作为发展农业的国策来抓,农业总产值中草食性畜牧业产值占很高的比例,如美国畜牧业产值占农业总产值的60%,加拿大占65%,德国占74%,法国占57%。因此,大力加强和发展草食性畜牧业是我国农业发展战略的重要突破口。

发展草食性畜牧业必须有草业的支撑。国际上畜牧业中60%～100%的产值是由牧草转化来的,即使美国这样的粮食出口大国,该转化比值亦达到73%。现阶段我国对优质牧草的需求是:每年7000万吨工业饲料需要优质草粉的添加;全国1.3亿头牛,2.8亿只羊,特别是440万头奶牛需要优质牧草的支撑;1998年我国从美国净进口农产品12亿美元,其中63.7%是饲料及其相关产品。

(三)发展草业有利于促进奶业的发展

利用牛奶和乳制品这一天然钙来源来预防骨质疏松和其他疾病,已成为各国营养、医学界的共识。许多国家都采取措施扩大乳制品的生产和消费来增强国民的身体素质,印度曾称之为“白色革命”。畜牧业发达国家的人均牛奶消耗量为400 kg以上,发展中国家平均为45 kg,而我国目前仅为7 kg。钙营养不良是影响我国国民身体素质的重要问题,增加我国人均牛奶消耗量的主要途径,是增加奶和乳制品产量、降低生产成本,使国人有充分的消费选择和消费能力。

我国绝大部分奶牛场的奶牛是从国外进口的优良品种,平均每个泌乳期产奶量只有4000 kg,而畜牧业发达国家均在8000～10000 kg。奶牛生产力低的主要原因,是我国缺乏优质蛋白饲草的支撑。从世界奶业排名前23强中已有13家在中国登陆等情况来看,只要国家对草业进行有力的扶持,奶业的发展基本上可以依靠市场的力量进行调节。

(四)草业是我国西部大开发的主要经济支撑点

西部地区的环境条件恶劣,生存条件较差,经济技术水平不高,可持续发展的总体能力较弱。这些地区的农牧民没有东部地区发展乡镇企业的机会和条件,也不能盲目仿效东部经济发展的模式,更不能走浪费资源、破坏生态环境的老路。因此,西部尤其是农牧民的人均收入如何提高,就成为西部大开发中的一个重要问题。

将草业作为西部大开发的优先发展领域,代表着我国西部总体发展的最广泛利益和方向。西部历来是我国传统的草地畜牧业区域,草地面积占全国草地面积的84.37%(为西部土地面积的49.44%),宜农荒地占全国的一半以上,是西部能够与农牧民结合最为紧密的优势资源。由于各种人为因素的影响,西部土地和草地资源远未达到合理、高效的利用与开发。而草业既是一个科技含量较高的产业,又是一个劳动密集型产业,还是经济效益较高的产业,特别适合作为我国西部开发的主要经济支撑点,同时也是少数民族地区发展和国家扶贫工作的主要经济支撑点。

（五）草业是我国西部生态建设的主体

西部延绵不断的天然草地组成了我国主要的绿色屏障，却又是我国生态环境最为脆弱的地区。在降水量 400 mm 以下，且无灌溉条件的草原区和荒漠区，应集中体现出草地生态建设的突出地位，强化以草、灌为主体的西部生态环境建设目标。[5]

鉴于我国的财力和利益驱动机制的限制，无法保证现有生态工程的造林成活率、保存率和成林后的管护成本，不可能全面支撑西部现有以乔木为主的生态环境治理工程。即便是以色列这样的经济发达国家，依然"尚未找到能够促进林业进步较为经济的途径"，实施的还是人工"稀树草原"为主的生态建设路线。

从自然规律和"投入-产出"效果的角度出发，我国荒漠化地区的生态建设路线，应遵循由低等向高等的植被演替规律。在有限投资条件下，只能在"满意"生态尺度（即：低成本、快速、大面积地"使黄土不见天"）下确定目标，追求最佳生态效果和急于求成，很可能适得其反。

我国的"三北防护林体系"前三期工程总体投入严重不足（平均每亩投资不到 6 元），根本不可能达到应有的效果。而该地区历史上天然分布着以草为主的生态系统，还草可以最大限度地利用自然力，并且草地在拦截地表径流方面的能力远高于没有草被覆盖的林地[6]，在多数情况下可以达到"满意"水准。

（六）我国草产业及下游产业具有国际竞争力

草产品的国际市场前景广阔。目前国外主要草产品市场被美国和加拿大所抢占，其中日本和东南亚年需求量分别高达 300 万吨和 250 万吨。从草产品的国际竞争力来看，我国优质牧草的生产成本较美国和加拿大低，在亚洲这一国际主要的草产品需求市场中具有较强竞争力。

从畜产品的国际竞争力来看，我国肉类价格低于国际市场（猪肉价格低 57%，牛肉低 84%，羊肉低 54%），加入 WTO 后价格优势更加明显。

从国内的市场发展来看，随着人民物质生活水平的提高和膳食结构的改善，牛羊肉、奶、皮、毛、绒等草食家畜产品的消费量持续稳定上升，市场需求趋增。对畜禽生产进一步细分后可以看出，我国的食粮畜禽数量偏高；市场基本饱和，价格波动较大，但食草畜禽价格多年来一直坚挺。

相关资料显示，亚洲乳品市场目前正以平均每年 20%～25% 的速度增长，入世后的中国将成为世界乳制品巨头争夺市场份额的主要战场。若在科技支撑方面进行有效投入，可以快速促进我国乳业竞争力的提高。

（七）提高我国草地生产力的空间巨大

我国天然草原的初级生产力与美国差别不大，但与草地畜牧业发达国家相比，单位面积草地的畜产品生产水平只及新西兰的 1/80，美国的 1/20，澳大利亚的 1/10。从发展的角度看，草地建设的差距越大，草地生产力提高的潜力也更大。

国内大量的研究证明，人工草地产草量是天然草地的 5～10 倍。正如解决我国今后的木材供应主要依靠人工林一样，人工草地亦将发挥更大的作用。国际上草地畜牧业发达国家的经验是，人工草地占天然草地的 10%时，草地总生产力可提高 1 倍。我国共有 1.2 亿亩人工草地，仅占天然草地的 2%。据有关专家论证，如果能实现人工草地面积 5 亿亩的目标，并建

立围栏草地10亿亩，全国草地生产力可提高9～19倍，百亩草场畜产品产量可达到310个畜产品单位，相当于目前的美国水平。

三 促进草业优先发展的六点建议

我国草业存在的问题很多，若没有“深圳效应”的力度，若不充分发挥市场机制的作用，改革便难以深入。因而提出如下建议。

（一）建立国际水准的大型草地畜牧业示范基地

我国现有草地畜牧业示范基地的规模过小、投资力度有限、政策难以配套，因而建议在南方（选择两个地级区）和北方（选择一个盟或地级区）建立国际水准的大型草地畜牧业示范基地，以体现出“以草业为主体”的产业化建设路线和规模效益。示范区应享受国家级开发区的各项优惠政策，并免除10年农业税。

（二）加快体制改革

优先发展不等于国家包办。草业建设必须通过有效的科技支撑和现有管理体制的深刻改革，才有可能达到事半功倍的预期目标。

（三）改善国家投资的模式

从财力看，国家在生态建设上的投资力度已不算小，问题是效率不高。解决问题的要点之一，是改变现在这种“财政拨款、部门分钱、地方搞群众运动”的传统模式，在操作方式上应尽量与国际通行的方式接轨，资金不要按部门投放，而要按项目进行国际招标。

（四）完善“退耕还林”的政策

实践经验表明，还草比还林具有更大的适应性和比较优势：种草比种树（乔木）的投入小、见效快、成功率高，辐射面宽、产业带动系数大，有利于促进农村经济建设和农民增收，能兼得生态效益、经济效益和社会效益。我国“退耕还林”工程的国家投资已达到每亩1000元以上，超过“三北”前三期单位面积投资的200多倍，由于各地情况差别很大，很难保证效果。建议顺应自然规律，完善其建设步骤：

第一步，宜荒则荒，“退耕还荒”，以最低的代价还大自然的本来面目；

第二步，“退耕还草及灌木”，以降低成本、提高成功率和植被稳定性；

第三步，“退耕还林（乔木）”，提高工程的全面功能。

以上是基本步骤，在实施的过程中可适当交叉。

实际上，上述原则也适用于西部荒漠化地区的生态建设。

（五）充分体现群众性

重点生态工程的建设方案不应由政府的领导或某个部门决定，而应由专家提出若干经过论证的方案，交由当地进行全民公决。

（六）放开垄断

将涉农部门从其控制的赢利领域退出，让龙头企业或农民组织的合作社进入。

注：

［1］本文的重点在前三个子产业。如果从植物分类的角度看，大部分农作物亦应纳入草业的范畴。

［2］西部地区1990～1998年间粮食作物播种面积增加了228万公顷，为同期全国粮食作物播种面积净增量的71倍，而粮食产量增加量仅占全国同期粮食总产净增量的41.2%。

［3］据统计，1949～1996年国家对内蒙古、新疆、青海、西藏、甘肃、四川等西部12个省（区）的草原投资累计46亿多元，平均每年每亩投资仅3～4分钱，而草地年产出超过1元。

［4］这里是“生态学”的概念。

［5］在生态建设的路线中，“宜林则林，宜灌则灌，宜草则草”的提法本身并没有错误，但过于全面就丧失了其指导意义。特别是在西部地区，它掩盖了生态建设的主体问题。

［6］如生长3～8年的纯林，若林下无草，其拦蓄地表径流的能力为34%，而生长2年的草地拦蓄地表径流的能力为54%，高于林地20个百分点。

作者简介：

范小克，男，1950年出生，四川内江人，云南林学院、北京林业大学毕业。获得澳门国际公开大学MBA硕士学位。1982年至1988年任林业部部长秘书，现为国家开发银行高级工程师、专家委员会委员，中国农业专家咨询团专家，农业部规划设计研究院特聘研究员、中国循环经济研究院特邀研究员，西柏坡村荣誉村长，老区基金会理事。长期从事机械工业、农林业、投资、金融、环保和生态建设等方面的工作。

韩建国，男，（1958.4—2010.9）河北省赤城县人，中国农业大学毕业，博士，1997年评为教授。先后担任中国农业大学草地研究所所长、草业科学系主任、草业科学研究中心常务副主任，农业部牧草与草坪草种子质检中心（北京）常务副主任，农业部牧草遗传改良重点开放实验室主任，北京市草业科学重点开放实验室主任，草业科学国家重点学科带头人，中国草学会常务副理事长，国际种子检验协会常务理事，北京市政府第八届顾问团顾问，农业部第八届科技委员会委员，教育部高等学校农林类教学指导委员会委员，全国标准化技术委员会委员等职务。享受国务院特殊津贴。

苏大学，男，汉族，1941年出生，江西省宜春市人。北京农业大学草原畜牧系毕业，中国科学院地理科学与资源研究所研究员。长期从事草地资源调查与评价、草地遥感制图及草地资源生态研究。现任中国草学会副理事长、中国治沙暨沙业学会理事、中国自然资源学会理事。

发展沙草产业是鄂尔多斯的战略选择

中共鄂尔多斯市委书记　云光中



一　历史的回顾

内蒙古自治区鄂尔多斯市，旧称伊克昭盟，因古河套最大的喇嘛庙王爱召矗立这里而得名。总面积 8.68 万平方公里，全国第七大沙漠库布齐和著名的沙地毛乌素横亘南北，占总面积的 48%。风大沙多，十年九旱，全年降雨量 180～350 毫米，年蒸发量2000～2800毫米。虽土地硗薄，环境艰苦，但文化积淀厚重，革命传统悠久。既是沙情集中、沙害频仍的蒙古族漠南地区；又是穷则思变、治沙积极，在沙草产业上探索较早，成效较好的山老区和少数民族贫困地区。早在清朝末年，史籍上就有"鄂尔多斯天尽头，四月柳条稠，穷山秃而陡，一阵黄风不分昏与昼"的记载。近百年来由于"三滥"（滥垦、滥牧、滥伐）难止，"三化"（草场退化、耕地沙化、气候恶化）严重，"文革"前库布齐沙漠和毛乌素沙地已经"握手汇合"。

"沙害不除，民无宁日"成了各族干部群众的共识。历届政府都认为，沙情是鄂尔多斯最大的市情，植被建设是最大的基本建设，生态线就是生命线。20 世纪 50 年代政府发布"以牧为主，保护草场"的公告，60 年代盟委提出"种树种草基本田"七字诀，70 年代制定了"改水治沙"的规划，80 年代提出"三种五小"每年"三个一百万亩"的任务，即种树、种草、种柠条，每年各 100 万亩；因地制宜发展小草库伦、小流域治理、小水利、小经济林、小农机具。由于尊重了自然规律，坚持了从实际出发，注意了为百姓谋利，因此创造了改造沙漠与建设草原结合的社会主义新牧区典型——乌审召，《人民日报》1965 年 12 月 2 日发表了《牧区大寨》的报道予以肯定，引起国际重视。1966 年 6 月，陈毅副总理视察这里写下了有名的沙漠诗："治沙种草获胜利，牧业农业大向前，马里贵宾来参观，乌审召美名天下传。"专家们公认，鄂尔多斯是我国最早实施"乔灌草结合，以灌草为主"和"封飞造结合，以封造为主"，实行季节轮牧、综合防治沙害并形成体系的地方。

鄂尔多斯相继涌现的治沙劳模许治民、谷起祥、倪驼羔、沙木腾、宝日勒岱、王果香、殷玉珍、乌日更达赖等，成了我国群众治沙的"草莽英雄"和"女中豪杰"。伊泰高科集团、亿利资源集团、东达蒙古王集团、王致和集团鄂尔多斯天骄食品公司、伊金霍洛水域山沙棘公司、毛乌素生物质热电有限公司、新宇力螺旋藻公司、恩格贝中科院高科技试验基地等，已成了我国知名

度颇高的沙草产业排头兵。今天，我们听到鄂尔多斯反映建国以来生态演变的民歌：50年代风吹草低见牛羊，60年代滥伐滥牧滥开荒，70年代沙进人退无躲藏，80年代人沙对峙互不让，90年代畜退沙退变模样，世纪之交产业链上做文章，工农携手奔小康。

二 我们的实践

为了把知识密集型沙草产业打造成鄂尔多斯市经济发展的新增长点，我们抓了如下主要工作。

1. 以水为限，以法治沙，科学规划，因地制宜。下决心把人、畜撤出不适于生存的生态重灾区，减少人类活动形成的破坏源。率先实施禁牧限牧，舍饲圈养，退耕还林、退牧还草，政府按生态移民和扶贫移民政策给予补偿。

2. 尊重规律，三效兼顾（生态效益、经济效益、社会效益），三业结合（林产业、沙产业、草产业），农牧互补，以"用"促"治"。植被建设和产业治沙并举，通过"绿化——转化——产业化"，延伸产业链，对接大市场，发展特色产业、低碳经济、民族医药，向市场要效益。

3. 以人为本，为民造福；循环经济，"双赢"目标。建设社会主义新农村、新牧区，不是换一个房子居住，而是换一种方式发展。用科学技术脱贫致富，靠新型人才建设家园，绿起来更要富起来。围绕一个"省"字，突出一个"链"字，强调一个"转"字，追求一个"增"字，体现一个"和"字。

20多年来，鄂尔多斯市防沙治沙与用沙管沙结合，实现了由植被建设向产业发展的飞跃，逐步形成了绒、肉、乳、药、藻五大绿色支柱。其中沙产业托起的"沙漠药圃"引人注目，甘草、沙棘、锁阳、麻黄、苦豆籽等有顽强生命力的半野生中草药材，沙漠盐湖的高质量螺旋藻，经过原产地认证，规模化种（养）植，规范化管理，多层次转化，市场化运作，品牌化打造，已成为极具竞争潜力的新型后续主导产业。

2001年5月，钱学森院士给内蒙古政协委员和政协专家的信中明确指出："2001年5月20日给我的信和《关于内蒙古东达蒙古王集团在库布齐沙漠实施沙柳综合利用产业化工程》的材料我都看到了，非常感谢！看了您们的材料，我认为内蒙古东达蒙古王集团是在从事一项伟大的事业——将林、草、沙三业结合起来，开创我国西北沙区21世纪的大农业！而且实现了农工贸一体化的产业链，达到沙漠增绿，农牧民增收，企业增效的良性循环。我向您们表示祝贺，并预祝您们今后取得更大成就！"

2007年11月17日，胡锦涛总书记深入我市伊金霍洛旗苏布尔嘎镇同当地农牧民亲切交谈。他说："你们积极响应国家号召，改放养为圈养，既保护了生态，又发展了生产，增加了收入，走上了致富道路，为广大牧民建设社会主义新牧区带了好头。"他鼓励当地干部说："抓好退耕还林、退牧还草，对于恢复生态、改善民生有着重要作用，符合科学发展要求。要进一步改善政策，巩固成果，坚持不懈地把这件利国利民的事情做好。"

2008年1月19日，胡锦涛总书记看望著名科学家钱学森，高兴地说："前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好，沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平也有了明显提高。钱老，您的设想正在变成现实。"

众所周知，得天独厚的矿产资源优势使鄂尔多斯乘着矿车迅速起飞，但资源耗竭型的发展之路是短程发展。胡锦涛总书记2006年1月27日视察延安时语重心长地说："现在陕北经济主要靠能源，煤和石油是不可再生资源，开采完了怎么办？从长远看，还是要立足于本地资源，

延长产业链，保证农民长期致富。”我们鄂尔多斯也不能满足于“一煤独大”的产业格局，要以绿色理念为先导，草原文化为底蕴，绿色品牌为追求，坚持传统产业与绿色产业“两个轮子一起转，两个翅膀一起飞”。把沙漠新经济当作资源可再生、经济可循环、发展可持续的跨世纪绿色战略，坚持到底，闯出新路。

三　今后的打算

专家们说，“鄂尔多斯沙产业双赢模式”一言以蔽之，就是“实现了由生态恶化地区向绿色大市的历史性跨越”。沙区不是地球的癌症，西部不会永远是沙尘暴的源头。人类与沙漠，可以变为朋友，相依为命，共同守护绿色的地球。据中国西部知名历史学家陈育宁教授撰文统计，到 2007 年，鄂尔多斯市禁牧荒漠草原 3518 万亩，占草原总面积的 40%；休牧5298万亩，占草原总面积的 60%；划区轮牧2398万亩。2008 年全市植被盖度由 2000 年的 30%提高到 75%以上，森林覆盖率由 13.6%增加到 20.07%。毛乌素沙地的治理面积已占到总面积的67.3%，库布齐沙漠的治理面积占到总面积的 17%。防治沙漠化的治理速度首次超过了沙化速度。据 2008 年底统计，全市累计转移农牧民 40 万人，流入黄河泥沙减少 3 亿吨，沙产业增加值达 11.3 亿元。

站在历史的新起点上反思，鄂尔多斯历届党政领导能把科学决策、结构调整、富民工程与钱学森院士创新理论结合，在沙产业方面走在全国前列，原因是什么呢？我们认为，一靠党中央重视支持，二靠钱学森理论指引，三靠宋平同志抓恩格贝典型示范，四靠刘恕等科学家实地指导，五靠内蒙古沙产业草产业协会跟踪总结，六靠企业家军团实干奋斗，七靠各族群众理解支持，八靠科技部搭建国际沙漠论坛，面向世界交流合作宣传中国沙产业成就。

《求是》杂志 2008 年第 10 期，发表了《西部地区科学发展的成功探索——关于鄂尔多斯模式的思考》。文中有一段话对我们很有鞭策：“鄂尔多斯的发展之路，是一条我国西部地区的科学发展之路，具有很强的代表性。认真研究和分析鄂尔多斯模式，对于我国其他地区特别是西部地区全面贯彻落实科学发展观，实现经济社会又好又快发展，具有重要的理论意义和实践意义。”

说实话，对于历时 20 多年的钱学森沙产业理论指导的鄂尔多斯生态建设双赢模式，我们的总结刚刚开始，有待深化、细化、系统化。今年国务院第 21 号文件《关于促进内蒙古经济社会又好又快发展的若干意见》第九条即明令要求“鼓励发展沙产业”，这给了我们以巨大鼓舞。

我们认为，对钱学森先生的最好纪念是完成他未竟的事业。钱老的一段教导一直回响在我们耳际：“我们中国人是有能力、有智慧的。所以我想，沙产业咱们中国人能不能带个好头呀，我看一定会成功的。”我们决心在“十二五”开局之年，先从以下五个方面入手，争取迈出新步伐，做出新贡献。

1. 结合实际，深入学习中央领导同志的讲话精神，认真落实自治区“加快沙产业发展”、国务院“鼓励沙产业发展”的文件精神，总结经验，寻找差距，掀起学习落实高潮，进一步提高发展沙产业自觉性。

2. 科学规划，长期作战。记住钱老的话，树立为“搞好沙产业奋斗一百年”的思想。

3. 巩固扩大示范基地，助推龙头企业做强做大。

4. 出台鼓励政策，表彰先进。

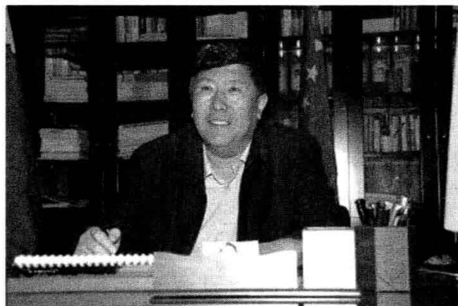
5. 编写教材，筹建高校，形成核心，形成体系，面向未来、面向世界、面向现代化，培养社会主义中国的沙产业人才梯队。

作者简介：

云光中，男，蒙古族，1960 年 8 月出生，内蒙古土默特左旗人，内蒙古农业大学经济管理学院农业经济专业研究生，清华大学与澳大利亚国立大学合作举办的管理学硕士学位，1979 年 11 月加入中国共产党，1977 年 10 月参加工作，历任内蒙古乌海市市委常委、组织部长、企业工委副书记，满洲里市市委副书记、市长、市委书记，鄂尔多斯市委副书记、副市长。现任中共鄂尔多斯市市委书记，内蒙古自治区八届党委委员，自治区八届党代表，自治区九届、十一届人大代表。

科学发展林沙产业 建设北方绿色屏障

高锡林



1984年，著名科学家钱学森运用系统工程的观点和方法提出了创建知识密集型农业型产业——农业、林业、草业、海业和沙业的理论。在钱老沙产业理论的指导下，我区各地尊重自然规律和经济规律，统筹沙区生态改善与经济发展，充分利用沙区日照长、温差大等有利条件，大搞知识密集型现代化林沙产业，向沙地要产出、要效益，实现了林沙产业的可持续发展。据统计，2007年全区实现林沙产业总产值193亿元，比2005年增长70.2%，提前三年实现了自治区党委、政府确定的“十一五”发展目标(183亿元)，其中重点沙区71.2亿元，占36.9%，实现增加值101.7亿元，农牧民人均林沙产业收入320元，比2006年增加40元。

这样的成绩来之不易。从工作角度讲，在自治区的层面上，我们主要抓了以下几个方面的工作。

一是强化宏观引导。按照《中共中央国务院关于加快林业发展的决定》和《内蒙古自治区党委政府关于深化改革加快林业发展的决定》，组织编制了《内蒙古自治区“十一五”林业产业发展规划纲要》，进一步明确了林沙产业发展的指导思想、基本原则、总体思路、发展目标和建设重点，切实加强了对林沙产业的宏观指导。自治区人民政府召开了全区林业产业现场会，对林沙产业建设进行安排部署。自治区林业厅为了进一步规范全区林沙产业发展，出台了《内蒙古自治区林业产业化重点龙头企业认定管理暂行办法》、《内蒙古自治区林业产业化资金使用管理办法》，下发了《内蒙古自治区林业厅关于进一步加强林业产业化工作的通知》，进一步加强了全区林业产业发展的组织领导和管理。同时，在认真落实林地和林木权属的基础上，根据森林分类经营的原则，调整了人工商品林采伐政策，使广大人民群众在林沙产业建设中真正得到实惠，充分调动了群众参与林业产业建设的积极性。

二是积极扶持龙头企业。我区制定颁布的《内蒙古自治区实施〈中华人民共和国防沙治沙法〉办法》中，明确提出“鼓励、支持、引导单位和个人从事营利性治沙活动”，为林沙产业发展奠定了法律基础；在《内蒙古自治区人民政府关于切实加强防沙治沙工作的决定》中，也明确指出：要“科学发展沙产业”，“在条件较好的沙化土地治理利用区，要鼓励、支持、引导单位、企业和个人参与治沙，兴办沙产业，从事营利性治沙活动，同时抓好沙产业试验示范基地建设。”鼓

励企业在"生态优先、适度开发、科学利用、持续发展"的原则下，大力发展林沙产业。据统计，我区现有年销售收入 100 万元以上的林沙产业加工企业 364 家。鄂尔多斯市共建成林沙产品加工和饲草料加工企业 30 家，年生产人造板 16 万立方米，造纸 14 万吨，饲草料 50 万吨，麻黄素 50 吨，饮品、保健品 3 万吨，建成沙漠生态旅游景点 20 多处。2007 年，全市林沙产业产值达 10.77 亿元，农牧民人均林沙产业收入达1780元，各地还出台了一些优惠政策，实施"公司＋基地＋农牧户"的经营形式，着力培育了一批依托林沙资源，具有市场开发能力、科技开发能力和精深加工能力，能辐射、带动农牧民发展林沙产业的龙头企业，真正把林沙资源优势转化为经济优势。例如，王致和集团、宇航人高科技有限公司等企业主要转化沙棘，形成了饮品、药品、保健品、化妆品、食品等系列产品。东达蒙古王集团等企业主要转化沙柳，生产沙柳箱板纸。赤峰制药厂和通辽制药厂等企业主要转化麻黄草，生产麻黄素。内蒙古阿拉善苁蓉集团等企业主要转化肉苁蓉，生产药酒和养生液。

三是着力建立一批原料林基地。全区依托退耕还林、京津风沙源治理、天然林资源保护、三北防护林体系建设等林业重点工程，大力营造防护用材兼用林、工业原料林、饲料林、能源林、经济林、沙生药用植物等，建设林沙产业原料林基地，推动沙区传统产业的改造升级，促进沙区从单一的粮、牧结构向粮、牧、林、经、饲及加工业等多元结构转变，提高了农村牧区生产的集约化程度、质量和效益。据统计，全区已建设用材林基地2600多万亩，灌木原料和饲料林基地2000多万亩，经济林基地1500多万亩。赤峰市敖汉旗坚持发展生态经济型林沙产业，不断扩大林沙产业基地。目前，杨树、仁用杏、沙棘、蚕桑等防护用材兼用林、经济林、饲料林基地面积达 150 多万亩，为林沙产业的快速发展奠定了坚实的物质基础。

四是努力加大资金投入。经过积极争取，除国家重点工程投入外，国家林业局对我区林沙产业发展给予了大力的支持，每年投入 2 亿元左右林业项目贴息贷款，扶持我区龙头企业发展林沙产业。同时，从 2007 年起自治区财政每年投入1000万元的引导资金，用于林沙产业的发展，为林沙产业发展提供了资金保障。

五是切实强化科技支撑。长期以来，积极探索和实践生态建设和林沙产业发展新技术，在防沙治沙、低效林改造、生物质能源开发、林木优良品种繁育、林沙产品加工等领域加强了科学研究，掌握一批实用、先进技术，并加大了科技成果转化和适用技术应用力度。自治区林业厅推广了枸杞无公害栽培、仁用杏丰产栽培、梭梭人工接种肉苁蓉等技术。特别是在林沙产业发展中，通过"多用光、少用水、新技术、高效益"的技术路线，进而实现农工贸一体化的产业链，达到沙漠增绿、农牧民增收、企业增效的良性循环，促进经济社会协调发展。巴彦淖尔市在肉苁蓉、枸杞、甘草栽植中，采用滴灌、渗灌、喷灌等节水新技术，推广适用枸杞集约栽培技术，有力地推进了科技的应用水平。各级林业部门在强化科技服务的同时，积极引导农牧民组建林业民间组织，发挥交易平台、市场中介、信息网等作用。如鄂托克旗成立了林业合作社，赤峰、通辽市成立了林业要素市场。

下一步我们将重点抓好以下五方面的工作。

(一)坚持以生态建设为主的林业发展战略，努力保持林业快速发展的良好势头

坚持以生态建设为主的林业发展战略，努力构建祖国北方生态屏障将是我们长期的首要任务。继续把生态建设作为我区最大的基础建设，优化林业生产力布局，进一步巩固科尔沁、

毛乌素沙地生态治理成果，有效改善呼伦贝尔沙地和阴山北麓农牧交错地带的生态状况，特别要加大浑善达克沙地的治理力度，大力实施京津风沙源治理工程，为改善京津塘地区的生态做出贡献；在五大沙漠边缘大力营造防风固沙林，防止沙漠向外扩展，在沙漠内部要因地制宜地建设沙漠绿洲；在生态区位重要，而且生态极度恶化区域建立封禁保护区。实行分类指导，分区治理，重点突破，整体推进，解决好区域发展不平衡问题，控制局部地区生态恶化的态势。要着力抓好国家重点工程建设，切实巩固建设成果，努力提高工程建设的质量和效益。要完善配套措施，努力转变林业增长方式，大力开展义务植树和社会造林，促进各种生产要素特别是资本向生态建设投入，推进生态建设的全面协调发展。

（二）坚持林业的生态、经济和社会效益相统一，加快林沙产业发展步伐

一是遵循自然规律和经济规律，坚持一、二、三产业协调发展。因地制宜，加快发展高效优质的速生丰产林、经济林和灌木原料林、饲料林、大力发展防护用材兼用林，有条件的地区，建立生物质能源林基地；大力发展林产品的精深加工，延长产业链，增加附加值，提高资源利用率；大力发展森林观光、生态旅游、森林食品和野生动物驯养繁殖等产业，培育新的经济增长点。二是认真落实中央和自治区的有关政策，加强产业发展的引导和扶持。培育龙头企业和名牌产品，实行产业化经营，不断增强林沙产业的活力和竞争力。扩大对外开放，改善投资环境，鼓励、吸引国内外的企业到我区兴办林产工业，实现林沙产业投资主体的多元化。三是加强产业发展的服务体系建设。充分发挥中心城市和口岸城市的辐射和带动作用，建设一批成规模、上档次的木材、苗木、花卉和林产品等各种类型的现代化特色专业市场，加快现有市场的升级改造，努力扩大经营规模，完善服务功能。积极发展行业协会和经纪人队伍等中介组织，加强社会化服务，开拓市场，搞活林沙产品流通。积极研究、探索、制定森林资源资产评估方法和标准，培育林业生产要素市场，将商品林地使用权和活立木资产推向市场运营。处理好农牧民和企业的关系，建立起“企业加基地，基地加农户，利益均沾，风险共担”的利益联结机制。

（三）坚持深化改革，加快建立与社会主义市场经济相适应的林业运行机制

认真贯彻执行国家和自治区关于加快林业发展的两个《决定》，继续坚持“承包到户”、“谁造谁有，合造共有”和“谁投资、谁治理、谁开发、谁受益”的政策，鼓励、支持、引导农牧民和各种社会主体参与生态建设和林沙产业，形成多元化投资体制。多渠道、多层次、多方位的吸引投资，为生态建设和产业发展注入新的活力。进一步稳定林地所有权，放开使用权，搞活经营权，积极推进集体林权制度改革，真正使广大农牧民得到实惠，激发他们更大的造林、护林和建设产业基地的积极性。加强森林资源流转管理，规范流转程序，防止出现乱砍滥伐、改变林地用途、改变公益林性质和国有资产流失等现象。

（四）坚持科技兴林，大力提高林业建设质量和成效

紧密结合林业生产，组织实施一批紧迫的、关键性的、具有带动性的攻关项目，尽快突破制约我区生态建设的“技术瓶颈”，全面提高林业科技整体水平。继续加大现有科技成果、适用技术的推广应用力度，有针对性地建设一批高标准、高质量的技术推广项目，充分发挥示范带动作用。强化技术服务体系建设，建立完善技术培训和技术承包责任制，不断提高建设成效。加强对基层技术人员特别是农牧民群众的技术培训，使他们掌握林业建设的基础知识和基本技

能;加快科技人员的知识更新,加速培养一批学术带头人和科技骨干,努力建设适应我区林业发展的高素质科技创新队伍。

(五)坚持依法治林,严格保护林草植被

认真落实好《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国防沙治沙法》和《内蒙古自治区实施〈中华人民共和国防沙治沙法〉办法》等法律法规,严格落实国家禁止滥开垦、滥放牧、滥樵采和自治区“五个严格”的保护制度。进一步加强管护执法队伍建设,落实管护措施,开展专项治理和专项打击行动,切实保护好林草植被。

作者简介:

高锡林,男,蒙古族,1952 年 12 月出生,吉林省前郭尔罗斯县人,内蒙古农牧学院沙漠治理专业毕业。现任内蒙古林业厅厅长、党组书记,第八届内蒙古自治区党委委员。

从“沙产业”到“砂产业”
——仁创科技集团的探索与实践

秦升益



人类社会发展到今天，工业文明面临着难以逾越的瓶颈——资源短缺。尤其是沙漠化不断扩张造成的土地日益减少，水资源日益匮乏，石化能源日益枯竭。加之地震房屋损毁、火灾频发、粮食危机……我国尤为严重。

怎么办？

20世纪80年代初，我国著名科学家钱学森提出了“沙产业”的重要论述，构想在沙漠戈壁以技术进步为依托，以多学科交叉、跨学科融合为特征，以“多采光、少用水、新技术、高效益”为追求，形成知识密集、技术密集、高效能的新型战略产业体系，称为“第六次产业革命”。专家们认为，纵观钱老第六次产业革命揭示的新型沙漠观、资源观，沙产业实际分狭义和广义两种。狭义指间接利用太阳能的“农业型沙产业”，广义则包括“非农业型沙产业”，直接利用沙区资源，如“发展旅游业、康复医疗业，也是横向发展”；利用太阳能、风能发电；开发生物质新能源和高科技的新材料。钱老对“沙产业”甚至有这样的憧憬：“沙漠戈壁成了取之不尽的地面油田，那真是沙业的大发展了”。

在钱老战略思维的鼓舞和沙产业理论构想的启发下，笔者认为“沙产业”和“砂产业”双管齐下有利于沙漠资源科学利用、转换增值的最大化。应该依靠自主创新，从两个层面同时并举：(1)把人们认为是资源的，通过技术创新以最少量地使用和重复利用自然资源为人类创造物质财富，发展循环经济；(2)把人们认为不是资源，是废物、有害之物的，也通过技术创新，变废为宝，化害为利，使废物变为资源，如沙漠中的沙子。从而，使有限的资源相对无限化，以突破资源短缺的瓶颈。

仁创科技集团秉承“您的需要，我的创造”创新理念，以沙漠中沙子研究为切入点，原创性发明200多项完全拥有自主知识产权的科研成果，并自主产业化，创造性形成“以砂精铸、以砂兴水、以砂增油、以砂治沙、以砂建筑、以砂兴农”为代表的解决问题方案，是以“用沙”为标志的战略性新兴工业型“砂产业”开拓者。2005年12月21日，胡锦涛主席察看仁创砂技术产品时称赞此为“利国利民之举”。2009年12月12日，全国人大常委会副委员长、中科院院长路甬祥考察仁创砂产业时欣然题词“变沙为宝，造福人类”。

一　探索——面对“用沙”难题，主动出击，展开研究，寻求突破

我国沙漠和戈壁大约 16 亿亩，和农田面积一样大。人们历尽艰辛谋求生存发展，但由于干旱沙漠自然条件严酷，贫困和天灾常与其相伴。长期以来，防治沙漠化，综合治理荒沙都是我国的重要任务。面对浩瀚沙漠，不得不“望漠兴叹”。沙漠化问题一直都是我国现代化发展进程中亟待解决的难题。在沙漠这个令人望而生畏的地区，世界各国都期望把看似“取之无尽”的“沙子”变成为人类带来福祉的资源。多年来，美国、俄罗斯等国家，在传统防沙治沙的同时，也在沙子的工业化利用方面做了许多研究，例如用沙子制造纤维、制作人工大理石，还有其他国家尝试用作建筑、环保、防护材料等等，都未形成真正意义上的产业。然而，我国在用沙方面的研究起步较晚，以沙为原料的工业化利用仍是摆在中国面前亟待解决的难题。

沙漠中的风积沙颗粒细小，粒径 90%以上分布为 100～200 微米，粘结成型难，如何利用风积沙是一项世界性难题。因经常与沙子打交道，我经过考察论证和深入思考，主动在“用沙”上做文章。1985 年，我大胆地提出了用我国内蒙古沙漠上的风积沙取代从澳大利亚进口的锆英砂做精密铸造材料的设想，没想到迎来的是一片冷嘲热讽，但我矢志不渝，历经 900 多个日夜，利用9000多千克沙子，6000多次试验，终于研制出“耐高温覆膜砂”，在国内某厂家运用后，性能比进口的“洋砂”还要好。当时进口锆英砂每吨7000元，而内蒙古沙漠中的石英砂每吨售价只要 10 元。我自主创新攻克了风积沙三大共性技术难题：微颗粒全包覆技术、沙粒界面改性技术、免烧结成型技术。这三大共性技术目前依然处于国际领先水平。

凭借执着的科研精神实现了技术的突破和创新，仁创重新发现了沙漠中荒沙的价值。受到钱学森关于“沙产业”论述的启示，我开始思考已经成功的有关风积沙的技术突破能否为中国以沙土治理为目标的“沙产业”做出贡献？1992 年冬在邓小平南巡讲话精神的鼓舞下，我怀着一颗赤诚的报国心和强烈的社会责任感，带着自己的发明成果和从朋友处借来的 3.5 万元钱，来到北京中关村，从三间小平房、一口大铁锅起步，开始了仁创“砂产业”的创业与创新之路。

二　实践——小沙粒通过高科技，初步实现“用沙”为标志的战略性新兴“砂产业”

钱老提出的“沙产业”强调利用阳光，以阳光为直接能源，靠植物的光合作用产出物质产品的农业生产过程。1991 年 3 月 11 日至 13 日，在北京召开了首次以“沙产业”为主题的研讨会，钱老在会上说：“我在 1984 年冬提出来的是农业型知识密集型沙产业。”钱老提出的这个理论，到今天已经开花结果。从河西走廊戈壁上万亩葡萄种植，到宁夏中卫、内蒙古鄂尔多斯等地沙漠中利用现代农业技术形成的新型农业新绿洲便是例证。

仁创科技集团在“沙产业”理论启发下，以沙子为研究对象，从“用沙”着手，通过技术创新，将“沙”转变为可利用的“砂”，再通过技术创新，研制出各类“砂产品”，又通过系统集成，提供系统的“解决问题的方案”，从而形成一条“以砂精铸、以砂兴水、以砂增油、以砂治沙、以砂建筑、以砂兴农”的价值链。在这个链条中，仁创整合上下游优势资源，有效带动了相关行业和区域发展。

1. 把沙漠中的风积沙加工成新型精密铸造材料——覆膜砂，实现“以砂精铸”

世界先进汽车机型缸体、缸盖的生产原材料都离不开覆膜砂。在20世纪80年代，我国用于制造覆膜砂的原材料锆英砂需要从国外进口。我研制出的“耐高温覆膜砂”，解决我国复杂薄壁精密铸件的生产难题。从手工作坊发展到机械化，如今从技术、工艺到装备全部是原创性发明，并实现了自动化。以前使用锆英砂来生产覆膜砂不但价格昂贵而且有放射性危害，使用石英砂则具有廉价、无污染、储量丰富、可重复利用的优点，填补了国内外空白。我原创性发明并命名的“覆膜砂”技术产品荣获中国机械电子工业部科技进步一等奖、国家发明奖、中国专利金奖等。目前这种覆膜砂技术已经用于生产覆膜砂和快速固化覆膜砂两个系列总共10大类的37种系列产品，后者不仅畅销一汽、二汽、北京现代等国内知名企业，还销往东南亚和欧洲，使传统铸造材料升级换代，90%以上的国产化汽车发动机关键铸件均采用仁创覆膜砂生产而成的。

2. 把沙漠中的风积沙加工成新型透水建材——生泰砂，典型代表产品：砂基透水砖、砂基雨水收集系统、砂基过滤膜，实现“以砂兴水”

我利用“破坏水的表面张力”的透水原理，研发出“砂基透水砖”技术，有效解决了传统透水砖“透水与强度”、“透水与保水”相矛盾的世界性难题。该技术被评为“2006年度建设部节能省地型建筑推广应用技术”。利用此技术研制出的生态砂基透水建材，其各项力学性能、透水性能指标均完全符合《透水砖行业检测标准》(JC—T945—2005)，同时由于产品原材料的独特性，还具有以下特点：①微米级空隙透水，其孔径小于一般灰尘直径，不易堵塞，且具有过滤净化功能；②接通地气，下雨不湿鞋，下雪不结冰；③使用寿命结束后，可再生成新的砂子，实现循环利用。建设部科技司评审“生泰砂基透水砖的水渗透原理和成型方法为国内首创”。解决了透水与过滤净化以及雨水储存保鲜的世界性难题，并为农田水利灌溉提供系统技术解决方案。成功运用于奥运工程、中南海办公区、国庆六十周年长安街改造工程、上海世博会中国国家馆、天津生态城等重点工程等。以砂基透水砖为部件，研发出雨水收集渗透系统——“仁创井”、雨水收集储用系统——“仁创泉”、“GSMBR硅砂膜组器”污水处理系统、餐厨垃圾“硅砂离心脱水”技术，可实现“雨水零排放”、“污水零排放”、“餐厨垃圾零排放”。

3. 把沙漠中的风积沙加工成“透油不透水”的新型压裂支撑剂——选择性孚盛砂，实现“以砂增油”

我发明的“油田用系列压裂覆膜支撑剂技术”经北京市科委鉴定，该项技术总体水平达到国际先进水平。采用反应性覆膜技术制备出石油开采用压裂支撑剂——孚盛砂系列产品，主要包括：①FSS—Ⅰ型孚盛砂，可替代陶粒，用于油、气井压裂；②FSS—Ⅱ型孚盛砂，可用于防砂或尾追压裂；③FSS—Ⅲ型孚盛砂，具有透油阻水性能，可有效降低石油采出液中含水率；④FSS—Ⅳ型孚盛砂，具有优异的透气阻水性能，主要用于开采天然气、煤层气等。目前孚盛砂系列产品已在国内20多家油田得到推广应用，受到了业内好评。孚盛砂不仅是石油压裂支撑剂，也是替代陶粒(制作过程需要烧结且消耗铝矾土等矿产资源)降低能源消耗的解决方案，是降低石油采出液含水率等问题的解决方案。产品经过大庆油田、胜利油田和中石化华东分公司等油田的应用，平均单井提高产量2.3吨。孚盛砂的推广应用，被石油界专家称为“石油支撑剂领域的一场革命”。

4. 把沙漠中的风积沙加工成“透气不透水”的生态保水材料——透气防渗砂，实现“以砂治沙”

我在“选择性渗透”技术基础上，发明了具有呼吸功能的新型生态防水保水材料——透气防渗砂。该系列产品在保水的同时具有接通地气功能；防渗的同时具有呼吸功能，增加水体溶解氧，有利于植被生长，可广泛应用于沙漠种植、盐碱地改造等农林领域。在内蒙古、宁夏、新疆等沙漠(化)地区进行的种植试验表明，使用透气防渗砂后，树木成活率均可达到95%以上；在宁夏、解放军总后勤部大兴基地等进行的节水农业试验也获得了成功，采用透气防渗砂的沙漠设施种植可比未采用的传统种植节水45%，同时增产65%。透气防渗砂系列产品可有效解决沙漠种植、沙漠设施农业的保水、增产问题，为沙漠综合治理提供了现实可行的解决方案。该项技术有望解决沙漠种植的世界性难题，使沙漠变为绿洲。

5. 把沙漠中的风积沙加工成硅砂生态建材，实现“以砂建筑”

我以沙漠中的风积砂为主要原材料，研制出硅砂生态建材系列产品。主要包括：①墙体砖、地基系统、屋顶防渗保温系统、承重系统等建筑材料；②门窗、室内外挂板、地砖、吊顶、砂基家具等硅砂室内外装修材料；③室内园艺与家庭绿色蔬菜种植、砂宣纸等砂文化产品等。用这些产品系统集成的硅砂生态住宅具有低碳、生态环保、保温、隔热、抗震、防火、净化室内空气等优异性能。如今已研制成功的“膨化保温砂”，明火烧不着，可替代现有的聚苯与聚氨酯保温材料，将有效解决保温与防火的矛盾；研制成功“硅砂节能保温砖”，替代粘土砖，将有效解决粘土砖禁而不止的难题；研制成功的硅砂钢管混凝土及其建构，大大提高了抗震等级；研制成功的门窗桌椅等硅砂生态家具，替代木材，保护了森林。上述系统集成已在密云经济技术开发区建设完成了生态硅砂建筑示范楼。

6. 把沙漠中的风积沙加工成透气不渗水能呼吸的硅砂生态花盆——仁创紫砂，实现“以砂兴农”

我在保水透气砂技术基础上，利用流体态材料可塑性强的特点，发明了硅砂生态花盆。这种生态花盆底部无孔，可以保持居住环境清洁；同时具有透气、保水、防渗、保肥功能，促进植物根部的呼吸作用和吸收作用，利于植物生长。可应用于室内景观装饰、观赏花木养殖等领域。专家认为，该技术产品能够有效利用空间，实现立体式摆放种植，可促进景观农业等的发展。另外，也可以应用于城镇居民楼阳台、楼顶花卉、蔬菜等的种植，把“阳台变成生态小菜园”。

小沙粒通过高科技，形成了大产业，为节能减排、低碳经济、生态文明提供了系统的技术和产品支撑。从“沙产业”到“砂产业”，初步实现了从传统的第一产业向第二产业的跨越。从某种意义上说，“砂产业”也是一场深刻的技术革命。

三　体会——自主创新，从“沙产业”到“砂产业”，实现科学发展

1. 以需求为导向，自主创新，系统创新

面对“沙漠化、水资源短缺、能源枯竭”，以及汶川大地震大量房屋倒塌等问题，以用“沙”为研究切入点，20多年来原创性开发出200多项专利，获得授权60多项，PCT国际专利申请11

项，国外授权专利3项，专有技术20多项，获得国家发明奖、中国专利金奖等国家级奖励3项，部级科技进步一等奖等省部级奖励4项，制订行业标准2项，企业标准8项，参与制订国家工法1项；获得“沙-砂-砂产品-系统集成”创新成果，形成“以砂精铸、以砂兴水、以砂增油、以砂治沙、以砂建筑、以砂兴农”等解决方案，开创出全新的战略性新兴产业——“砂产业”。

仁创科技集团根据十多年的发展，总结出了创新“八要素”：自信是创新首要前提；转变观念是创新充要条件；满足社会需求是创新应有目标；创新主体加强自身修养是创新根本保障；创新仍要发扬艰苦奋斗精神；创新要大胆想象勇于实践；只有系统创新才能持续创新；消费者的积极支持是创新的不竭动力。

2. 重视企业创新型文化建设并浓缩于“仁创”字号

中华民族传统文化的经典《易经》中说：乾坤二卦的要旨是其卦辞——“天行健，君子以自强不息；地势坤，君子以厚德载物。”何为厚德载物？我认为富有仁爱之心才是厚德载物，即厚德载物为仁；何谓自强不息？只有不断创新才是真正意义上自强不息，自强不息为创。“仁”同时又是儒家思想的核心，而儒家思想又是传统文化的主体；创代表现代意识，体现着现代科技精神。进一步确定“仁”为目的，“创”为手段。这是基于传统意义上，仁者，爱人也。何为爱人？我认为只有致力于最大限度地满足人的合理需求才是爱人的真义。而人的需求，即使是合理的部分也可以说是无限的，而资源是有限的，怎样使有限的资源来满足无限的需求呢？我认为只有通过技术创新，以最少量地使用和重复利用自然资源，使有限的资源相对地无限化，来为人类创造物质财富，才有可能最大限度地满足人的合理需求，实现“仁”的目标，即“创”只是手段，是为了实现“仁”这一目的。

以“仁”为目的，“创”为手段，实现目的与手段的统一，人文与科技的结合，为人与做事的准则。

3. 科工贸一体化与相关性多元化发展，实现从创新到创造的升华

以“仁创”为核心的这种创新文化，形成了仁创特色的流水线式创新创造模式。即“创意——试验——中试——产品化——市场化——产业化”，首先是创意，第二步试验，第三步中试，第四步产品化，第五步市场化，第六步产业化。通过创意到产业化，才能满足社会的需求。我们办企业的目的首先是以自己发明创造的产品满足社会需求，解决社会难题，企业也需要利润，但利润的来源是有效满足社会需求的回报，获取利润只是手段，是为了使自己生存发展地更好，以在更高层次更大范围内进行新的创新，以满足社会更大的需求，解决社会的难题。

“仁创自主创新创造模式”带来了“加速度”效应。自主创新科研成果由原来“几年一项”到“一年几项”，再到如今“几天一项”。首创石英砂替代锆英砂用于精密铸造的耐高温覆膜砂技术与产品；首创大幅度提高石油产量降低含水率的选择性支撑剂技术与产品；首创以风积沙为原料的砂基透水砖技术与产品；首创集收集、过滤、储存、保鲜、回用于一体的雨水利用系统技术与产品。攻克多项风积沙利用技术世界性难题，填补多项风积沙利用技术与产品的国际空白。成功解决美国、俄罗斯等发达工业国家多年来一直攻克而未果的技术难题。

随着国家大力培育和发展战略性新兴产业政策的出台，仁创科技集团凸显的创新优势和节能环保新材料的技术优势将会为“砂产业”的发展带来新的生机。

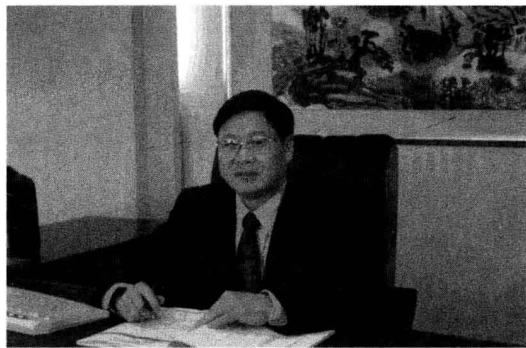
作者简介：

秦升益，男，汉族，1961年11月出生，安徽省安庆市人。北京大学工商管理专业毕业，研究生学历，教授级高级工程师。曾获机电部科技进步一等奖，国家发明奖和中国发明专利金奖。现任北京仁创科技集团有限公司董事长兼北京仁创制造技术研究院院长，"硅砂资源利用"国家重点实验室主任。

沙产业理论的重大实践

——“人工植被技术”在沙产业中的推广应用

舒 杨　曾 凡



1984年5月,人民科学家钱学森先生应邀在中国农业科学院作学术报告中,第一次明确提出沙产业设想。钱老指出:沙产业就是以太阳为直接能源,靠植物的光合作用来进行物质生产的体系。他说,我国沙漠、戈壁大约16亿亩,和现有的农业面积差不多。沙漠、戈壁并不是什么也不长,其潜力远远没有发挥出来。1991年,钱老又进一步提出:“在21世纪,我们将在社会主义中国建立并发展中国的沙产业。”沙产业就是在“不毛之地”发展农业,而且是能源型的农业,是知识密集型的农业产业,其核心是:“多采光、少用水、新技术、高效益”,使“不毛之地变为沃土”。

这就是钱老的沙产业理论的基本思想。钱老沙产业理论的核心就是把沙漠、戈壁广袤的土地视为巨大的资源,采用先进的现代科学技术,如生物技术、新材料技术、光能转换技术等,使这些“不毛之地”变成造福人类的农业用地。贯穿在钱老的沙产业理论中的一条主线就是,科学技术是生产力,知识投入是转化力,政策创新是促进力,科技、知识、政策是沙产业得以形成和发展的主要因素。国家林业部原部长高德占先生对此有深刻的认识,他指出:“要进一步认识沙产业的深刻内涵,知识密集是发展沙产业的根本要求,科技创新是沙产业的生命线。”

广东金沙纬地生态技术有限公司,在钱老的这一重要思想指导下,坚持数年,孜孜不倦地致力于防沙治沙与发展沙产业新技术研究,先后成功研发了“人工植被技术”与“多功能沙漠植被建造机”,从1999年起,在甘肃、河北和内蒙古进行新技术试验,2008年成立了内蒙古金沙纬地生态科技有限公司,建立治沙与沙产业示范基地,在防沙治沙与发展沙产业上走出了一条新路。“人工植被技术”的推广应用,是对钱老沙产业理论的一次重大实践。

一　人工植被技术,就是在不同的土地退化区域恢复自然生态植被,大量增加可利用土地资源

“人工植被技术”是运用整体再造植物生长自然环境的全新理念,采用农林废弃物(如农作

物秸秆、杂草、树枝叶、人畜禽粪便等)、城市污水处理后的淤泥、经无害化处理的城乡生活垃圾等作为主要原料,经专利技术生产加工成人工植被基质层。当人工植被基质层覆盖在沙地上时,就可以利用其湿化、腐化、渗透作用以及植被与地表之间的水分循环系统,改良土质,增加地表湿度,促进土壤发育,为植物生长提供一个适宜的环境。它是集生物、机械和化学治沙措施于一体、又突出和最终体现生物治沙措施的综合治沙绿化技术,实现了工业化、集约化、低成本防风固沙、保水绿化的有机统一。2002 年 10 月,人工植被技术获得国家发明专利(专利号:ZL 00 1 17238.7);2001 年 12 月 11 日,中国科学院组织对"人工植被技术"进行了科技成果鉴定。与会专家一致认为:该项目立题准确,设计合理,技术路线可行,具独创性、新颖性和实用性,属国内领先水平。2002 年科学技术部(国科发计字〔2002〕264 号)批准"人工植被技术及其推广应用"为"2002 年度产业化项目计划"中的"国家科技成果重点推广项目"。2003 年 2 月"多功能沙漠植被建造机"获得国家知识产权局"实用新型专利"(专利号为:ZL 02 2 30662.5)。

1999 年以来,在三种不同类型的土地退化地区,应用人工植被技术,恢复自然生态植被。我们根据不同土地退化区域的地理、气候、生态条件以及适生植物的生物特性,实行灌、草结合,经济植物与固沙品种间种,逐渐恢复退化土地的自然生态植被,实现土地退化地区的植物生物多样性,达到防风、固沙、保水、保肥、植物生长等目的。

(一)退化土地治理方案

区域	时间	治理地区自然条件	面积	植被基质配方	基质层厚度	植物品种
甘肃高台县盐池乡	1999 年 5 月	戈壁滩;干旱;风沙大;年降雨量 300 mm 以下	1000 m^2	农作物秸秆 35%; 畜禽粪便 40%; 粘土 15%; 配料 10%	2～3 cm	红柳 沙棘 苜蓿
河北宣化黄羊滩	2001 年 7 月	风蚀沙地,流动沙丘;年降雨量 350 mm 左右	7 公顷	秸秆 40%; 畜禽粪便 40%; 土 12%; 配料 8%	2～3 cm	沙打旺 沙蒿 柠条
内蒙古库布齐沙漠	2003 年 8 月	沙漠;流动沙丘;年降雨量 150 mm 以下	70 公顷	1. 秸秆 40%,牛羊粪便 40%,粘土 12%,配料 8%; 2. 秸秆 40%,城市生活垃圾 40%,粘土 10%,配料 10%	2～3 cm	沙打旺 沙蒿 柠条 杨柴 麻黄 苜蓿 甘草

(二)自然植被恢复情况

1. 甘肃高台治理区

植物生物量观测数据

内容种类 \ 植物生长状况 \ 项目		发芽时间(天)	发芽率(%)	生长时间(天)		
				40	80	110
主杆生长高度(cm)	苜蓿	5～7	95	15	42	62
	红沙柳	8～10	93	8	17	25
	沙棘	10～12	94	6	16	23
主根发育情况(cm)	苜蓿	—	—	12	22	30
	红沙柳	—	—	15	25	35
	沙棘	—	—	13	24	32

试验期后,从 1999 年 9 月 10 日至 2000 年 9 月 20 日,红沙柳平均生长高度为 83 cm,沙棘平均生长高度为 75 cm,冬天落叶,春末夏初重新抽芽、长绿;苜蓿草冬季枯萎,春夏复生,长势与试验期内相仿,平均生长高度为 50 cm。田间还有相当数量的杂草生长。

2. 河北省宣化县黄羊滩治理区

植物生物量观测数据

内容种类 \ 植物生长状况 \ 项目		发芽时间(天)	发芽率(%)	生长时间(天)	
				30	80
主杆生长高度(cm)	柠条	8～10	68	5	15
	沙蒿	5～7	71	7	21
	蒺藜	5～7	—	30	150
	沙打旺	5～7	76	3	10
主根发育情况(cm)	柠条	—		8	25
	沙蒿	—		9	25
	蒺藜	—		25	120
	沙打旺	—		6	21

灌草生长茂盛,茎杆粗壮,根系发达,植被覆盖率高达 97%。

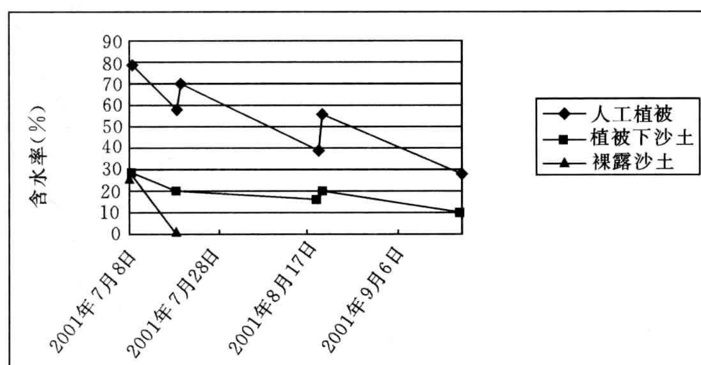
3. 内蒙古库布齐沙漠示范项目

2003 年 8 月将沙打旺、沙蒿、柠条、杨柴、麻黄、苜蓿、甘草随人工植被基质播种下去以后，植物种子十天左右发芽，长势好，霜冻来时已普遍长有 10 cm 以上，安全过冬。发芽率为 83%，成活率为 90%。在 2004 年 7 月至 10 月，植物生长迅速，平均生长 50～60 cm。

(三)保水、节水效果

人工植被技术通过全覆盖人造基质层，利用自然降水、大气湿度、地下蒸发水为水分来源，充分发挥其保水、控水功能，打破了在土地退化干旱地区靠引水、抽水灌溉种植植物的传统模式，首创出免灌的沙化土地绿化技术，解决了干旱、半干旱地区缺水灌溉而不能恢复植被的难题。

人工植被技术的蓄水保水示意图如下所示。



由于人工植被基质层的作用，较好地实现了大气水、地表水、地下水的良性循环，使一米左右的地表层能够保持湿润的状态，地面的植被就能够获得足够的水分生长。我们知道，干旱、半干旱地区夏季气温高、昼夜温差大，地下水年蒸发量一般在3000毫米左右。人工植被基质层不仅能充分吸收和利用自然降水，在干旱季节，白天大量的地下水蒸发被人工植被基质层及其植被上生长的植物所吸收，可以缓解由于干旱造成的缺水状态，保证植物生长所需的水分，夜晚气温下降，地表水分和空气中的凝结水下沉，为植物所吸收。

(四)改良沙质土壤的作用

治理区之一黄羊滩沙地土壤属风沙土亚类，单体沙粒，发育层次不明显，系风积而成，植被极其稀少，甚至寸草不生。经过人工植被技术治理的两个沙丘，表沙层已呈现土壤化迹象。一年生的野生植物死亡的枝叶和多年生的种植植物的落叶、枯枝，在地上腐烂；沙地下的植物根系所产生的根瘤菌，已使本来贫瘠不堪的沙地出现了土壤化的特征，在改造过的沙地上，植物生长茂盛。2004 年 7 月，北京市农林科学院植物营养与资源研究所对河北黄羊滩治理区取样分析，从检验的八个项目来看，原来寸草不生的沙丘，已经明显呈现土壤化的特征：全氮 0.15%，全磷 0.062%，全钾 2.38%，有机质 2.98%，碱解氮 81.2 mg/kg，有效磷 66.6 mg/kg，有效钾 344 mg/kg，pH8.28。

(五)实现植物的生物多样性

人工植被技术能有效地在沙漠化严重、植被稀少甚至根本没有植被的地区实现植物的生物多样性。当在沙漠化土地上覆盖了人工植被基质层以后,它就为各种植物的共生创造了条件。2001 年,我们在黄羊滩进行实验时,人工种植的灌、草只有三种,现在与之共生共长的植物达 10 多种,如野麻黄、野苜蓿、芦尖草、骆驼草、马齿苋等,呈现了自然植被的生态特征。

(六)对原生态环境无污染

经示范区当地环境保护局现场取样监测认定:用农作物秸秆、禽畜粪便、城乡生活垃圾、淤泥、生物制剂等为原料建造的人工植被基质中,含有植物生长所需的各种营养成份;具有改良土壤,防止脆弱地表风蚀,涵养水分,保温保湿等功能,对大气、地下水和土壤无污染,符合国家环保和环境生态要求,达到农业生产的卫生标准。

二 人工植被技术,就是以发展低碳经济、循环经济为内涵,在沙漠、戈壁滩上开发生物能源,把沙地变成"生物油田"

钱老说:"我国沙漠和戈壁大约 16 亿亩,降水少,极端干旱,也有小部分旱地沙漠化,可以引水灌溉。作为沙漠产业,就是既采又种,提高产量。现在国外在研究'石油植物',收割后提炼类似原油的产品,这样,沙漠和戈壁成了取之不竭的地面石油,沙业就可大发展。"近 30 年来,全球对化石能源的消耗速度比它们自然形成的速度大约快了 100 万倍,化石能源贮存量很快将逼近枯竭的极限,同时化石能源燃料燃烧时所产生的有害物质严重污染环境,引发了温室效应、生物物种多样性降低、土地荒漠化等诸多生态问题,严重影响着国家的资源安全和社会经济持续发展,威胁着人类的生存。

应对全球性能源危机,我国的能源发展战略是"节能优先、结构多元、环境保护、市场推动",我国能源战略的最终目标是以可再生能源代替石化燃料。石化燃料紧缺,给生物质能源带来了巨大的需求。

国家发展改革委编制的《生物产业发展"十一五"规划》指出,充分利用荒草地、盐碱地等,"重点选育培育一批速生高产、高含油和高热值能源植物品种,实现规模化、基地化种植;开展以甜高粱、木薯等非粮食作物为原料的 10 万吨级燃料乙醇示范工程,建设年产万吨级植物纤维燃料乙醇示范线;利用多种农林油料等建设 10 万吨级连续化生物柴油示范生产线;以秸秆、木屑等农林业废弃物以及沙生灌木为原料,建立年处理 10 万吨级以上生物质的气化固化示范发电厂;实施若干工业沼气产业化示范工程"。

中国工程院院士、中国林业科学研究院首席科学家王涛教授在 2009 中国新能源及可再生能源科技发展论坛上提出,木本植物将是液体生物质燃料的希望。现在普遍用于生产生物柴油的油菜、棉籽,生产燃料乙醇的甘蔗、甜高粱等都存在与人争粮的问题。发展木薯乙醇等二代生物乙醇时也基本没有考虑到这些土地是否可能转化为耕地的问题。而木本植物一来不与农争地、不与人争粮;二来植物种类很多,种植面积很大,易于收集利用;三来含油量较高,又没有固定用途。因此木本植物是重要的可再生的能源、资源,作为生物质燃料资源的发展空间非常大。

我国有大量的沙化、半沙化和煤田、油田、矿山复垦地，应用人工植被技术在沙漠化土地上种植生物质能源植物，既治理了生态环境，又能缓解能源危机，可形成庞大的新能源产业。多年来，我们一直在与国内外的一些科研机构和从事生物质能源开发的公司合作，选取适合沙漠化地区种植的生物质能源植物，建立“沙地生物油田”基地。同时我们认为，生物乙醇主要采用发酵工艺，需要大量的水并产生大量的废水，不利于在荒漠化地区可持续发展。因此，我们制定的“沙地生物油田”战略主要包括两个部分，一是选取速生、高产、高含油能源植物品种，如文冠果等大面积种植、生产生物柴油，推进生物柴油产业化进程；二是在大面积种植高热值能源植物品种，如沙柳、柠条、紫穗槐等的基础上引进国外先进的气化热解技术，生产生物甲醇汽油，填补我国生物甲醇汽油空白。

三　人工植被技术运用系统工程理论，快速高效恢复退化草场和建立人工草场，发展具有内蒙特色的优势草产业

钱老在《建立农业型知识密集产业》一文中说：“我国的草原面积，如果包括一部分可以复原的沙化了的面积，一共是43亿亩，目前是粗放经营，效益很低”，“应突破传统的放牧方式，利用科学技术把草业变成知识密集的产业”。又说：“产业就是高度综合的生产系统了，要利用一切可以利用的现代科学技术。”

我国著名草原学家、中国工程院院士任继周先生在分析了我国食物系统构成新趋势后，提出了“草地农业系统”理论，以“草地农业”取代“粮猪农业”，从而改变几千年来以粮为纲的农业系统格局，使我国农业走出困境。

从“知识密集型草产业”到“草地农业理论”，都是强调以草原为基础，把种植、养殖、采集、加工、运输等经营活动结合在一起，形成一个高度综合的生产系统。所以，建立知识密集型草产业要从“草”开始，不仅要保护并利用好现有的草场，还要恢复已经退化的草场，在此基础上建立高产优质的人工草场，实现草业兴旺、畜业兴旺、乳业兴旺、肉业兴旺，实现食物增产、农牧民增收。

发展具有内蒙特色的优势草产业，首先要把握内蒙草业的特点，一是内蒙草原面积大，有13亿亩，占全国草场面积的30%，是内蒙耕地面积的18倍多；二是内蒙的草业发展基础好，有领导在总结内蒙特色产业时用四个字概括为“羊、煤、土、气”，羊排在第一位，羊是草食牲畜，肉、乳、羊毛产业在全国是首屈一指；三是潜力很大，《人民日报》2010年7月18日报道，7月本应是水草丰美的季节，但记者日前在内蒙古自治区锡林郭勒盟正镶白旗采访时看到，绝大部分草场牧草长势不良，有的甚至还处于草场返青时的状态。满达拉图嘎查(村)牧民告诉记者：“这些年草场退化严重，即便正常年景，和30年前相比，牧草的高度、密度也大不如前了！”经过近10年不懈的治理，内蒙古草原生态环境大为好转，但与20世纪70年代初比，没治理过的草原产草量只有以前的一半；而经过治理的草原，产草量也只达到了以前的3/4。

由此可见，在内蒙发展草产业前景很好。应用人工植被技术发展具有内蒙特色的草产业大有可为。

第一，人工植被技术在已经沙化草场恢复植被具有“不挖坑、不浇水、不施肥、不护理”的优势。

第二，多功能沙漠植被建造机是高效快速恢复植被和建造人工草场的现代化工具。

第三，从2003年起在库布齐沙漠建立的治沙与沙产业示范基地，为发展具有内蒙古特色的草产业积累了经验。

第四，人工植被技术得到了国家有关部门的认可与支持，我们相信一定能在发展沙产业草产业的事业中发挥更大的作用。

纵观这十几年的路程，体验人工植被技术从研发到大规模的推广应用的风风雨雨，我们深深感到，钱老的沙产业理论是一个独具创新的理论，是解决我国土地资源、常规能源日益短缺、发展新型产业、知识密集型农业的崭新方向，与他的航天科技理论一样，沙产业理论必将成为我们驾驭大地的重要法宝。

参考文献：

[1] 钱学森沙产业、草产业、林产业书信集.

[2] 内蒙古《政协经济论坛》.

[3] 赵晓. 第六次产业革命之中国商机[J]. 商界，2004(7).

作者简介：

舒杨，男，1953年2月出生，广西壮族自治区柳州市人，毕业于北京大学哲学系，硕士学位。曾先后担任过广东联合期货交易所总裁、江西财经大学兼职教授、广州市社会科学院股份经济研究所副所长、研究员。现任广州绿能达生态科技研究所所长、广东金沙纬地生态技术有限公司董事长、南宁(中国—东盟)商品交易所董事长。他主持开发的具有国际领先水平的防沙治沙专项技术——人工植被技术(AVT)，先后获得了中国国家发明专利，美国国家发明专利。曾多次应美国、沙特、阿联酋等国家邀请就“人工植被技术”进行专题讲座。“人工植被技术”在我国的甘肃、河北、内蒙和美国新墨西哥州等沙化土地上进行了不同类型的沙漠化治理实验，并在内蒙古库布齐沙漠建立了“人工植被技术”实验中心及治沙与沙产业基地。

曾凡，男，1955年10月出生，湖南湘潭人，毕业于北京大学哲学系，曾任湘潭大学客座教授。2001年起从事沙漠化防治技术的研究与实践。现任广州绿能达生态科技研究所副所长、广东金沙纬地生态技术有限公司副总经理、内蒙古金沙纬地生态科技有限公司总经理。先后主持“人工植被技术”中试与大田试验，建立了“人工植被技术”河北宣化试验基地和内蒙古库布齐沙漠治沙与沙产业示范基地，对“人工植被技术”的完善与发展起了重要的作用。组织并参与了“多功能沙漠植被建造机”的设计、研制、试验工作。

钱学森阳光产业理论在武威的实践与启示

张绪胜



人民科学家钱学森同志是以生物技术为主要内容的第六次产业革命论断的原创者和开拓者。早在1984年，钱学森同志就率先提出发展知识密集型的沙产业、草产业，用科学技术改造沙漠戈壁，让沙漠戈壁为人类创造财富。概括地说，沙产业、草产业就是以系统工程思想整合的阳光农业体系和绿色产业集群。在实践中，从沙产业、草产业基础上发展出阳光产业的概念。阳光产业就是以太阳能的高效利用为核心，坚持“多采光、少用水、新技术、高效益”的技术路线，用现代思维、现代科技、现代管理的一系列新成果。用系统工程思想把太阳能转化、生态保护、节约用水有机结合起来，追求阳光最大化利用的高新技术产业。

武威地处青藏、黄土、蒙新三大高原的交汇地带，处于全国荒漠化监控、防治的前沿地带和腾格里、巴丹吉林两大沙漠交汇地带，是全国生态环境最为脆弱的地区和全国生态恶化最为严重的地区之一。干旱是武威市最显著的气候特点和最主要的气象灾害，水资源严重短缺是制约武威可持续发展的最大瓶颈，阳光资源总量丰富是武威发展阳光产业的潜在条件。因此，阳光产业这一有着广阔发展空间的新型产业，是武威实现资源永续利用、经济持续发展、群众得到更多实惠的必然要求和现实选择。

武威市发展阳光产业的过程，是一个不断认识市情、不断发挥比较优势、不断抢抓机遇的过程。在这个过程中，凝聚着宋平同志的关怀和指导，他亲笔题写了武威沙产业馆名，成为展示武威50年防沙治沙成就和20年沙产业发展成果的教育基地。甘肃省原副省长、中国科协原副主席刘恕同志，钱学森沙产业基金会副理事长田裕钊同志曾多次亲临武威视察、指导阳光产业的发展。我有幸作为武威撤地设市后的第一任市委书记，与武威人民一道进行了阳光产业的具体实践。在撤地设市的2001年，面对特殊市情，我们问计于专家、寻策于基层，作出了大力发展阳光产业的战略决策，坚持先干快干大干，数载辛勤耕耘，终于收获了丰硕的果实，闯出了干旱、欠发达地区经济社会可持续发展的新路，使得钱学森阳光产业理论在武威大地上生根、开花、结果，让武威人民群众从阳光产业发展中得到了实惠。

一 认真审视市情，理清发展思路

武威的劣势是水资源严重短缺、生态恶化严重，人均和亩均水资源占有量分别只有全省水平的1/2和1/3，全国水平的1/3和1/9，荒漠化率高达47.5%。随着气候变化、人口增加，水资源严重短缺，武威原有的“高耗水、低效益”的农业发展模式已经超出了资源和环境的承受限度。但优势是光热资源丰富，年辐射总量为130～160千卡/平方厘米。现实迫使武威人民转变经济发展方式，寻求新的发展道路。早在1995年，以全省第一次沙产业开发工作会议在武威召开为契机，武威制定了治沙优惠政策和沙产业发展规划，农用地膜和温室大棚这两项阳光产业起步阶段的实用技术在武威推广开来。进入新世纪，我们总结实践经验，进一步加深了钱老要求我们最大限度地“留住”和“转化”太阳能、“让生物利用太阳光能为人类创造财富”的理解和认识，把发展阳光产业作为防沙治沙、发展经济和根治荒漠化的战略抉择，确立了“一三四”的阳光产业发展思路，即：把握“一条主线”，就是充分利用光热资源，大力发展以提高光合作用效率和有效控制水分消耗为特征的阳光产业。实现“三个转变”，就是由过去的粗放经营转变为以水定经济结构、定发展规模、定产业布局；由过去的打井开荒、种粮为主转变为关井压田、大力发展果蔬产业；由过去的单纯追求经济效益转变为既追求经济效益又追求社会和生态效益，逐步实现水资源采与补、新增用水与节约水量、供水与需水基本平衡的目标。坚持“四个统筹”，就是统筹经济社会发展和生态文明建设，统筹上中下游，统筹水沙人三大要素，统筹城乡居民增收和群众文化精神需求。遵循阳光产业理论和“多采光、少用水、新技术、高效益”的技术路线，发展阳光产业，建设新型绿洲经济，成为人与自然和谐发展、科学发展的指导方略。

二 加强组织领导，强化政策推动

2001年，武威市设立沙产业科技开发办公室，成立钱学森沙产业中心实验室，具体负责沙产业开发的组织协调和试验研究工作，相继出台《关于加快阳光产业发展的意见》、《武威市阳光产业实施方案》等推动阳光产业发展的文件。2006年，成立武威市阳光产业开发领导小组，并将沙产业科技开发办公室更名为阳光产业办公室。在市委、市政府的有力推动下，依据区域比较优势和产业特征，制定和完善发展阳光产业规划，在政策、资金上加大扶持力度，重点扶持优势特色产品基地建设、优良品种引进示范推广、技术引进与集成创新等，建成了集科工贸为一体的阳光产业开发示范区、示范点和一批龙头企业，推广地膜覆盖、温室种植、暖棚养殖和微藻等生产技术，集约化程度逐步提高，产业化特征日益凸现，阳光产业进入快速发展新阶段。相继在古浪沙区引进以色列滴灌技术，凉州区杂木、黄羊灌区引进的大田喷灌技术，在全市沿沙地区实施日光温室种养技术，在沙生植物上寄生繁育苁蓉、锁阳和人工种植甘草、麻黄等中药材等等。这些具体措施的实施和高新技术的引进、实验、示范、推广的过程中，无不包含着政策的推动力量。对武威阳光产业发展倾注了大量心血的荒漠化专家刘恕同志指出：今天武威市展示给人们的示范基地，正是近几年沙产业在实践中的创新进步，是一篇写在大地上的文章。

三　抓住节水这个关键，探索区域发展模式

积极探索与水资源承载能力相适应的不同区域发展模式，是对经济社会发展进行的战略性结构调整。武威市面对水资源短缺、生态恶化的现实，按照温家宝总理“绝不能让民勤成为第二个罗布泊”和视察民勤时提出打好“三套组合拳”的要求，以阳光产业为主线串起了三个不同类型的发展模式，逐步形成并走出了一条经济持续发展、资源永续利用、人与自然和谐相处的路子。在南部祁连山区，重点实施生态固本工程，加大退耕还林还草力度，严禁超采滥伐乱垦，保护和建设好水源涵养林，探索出了冷凉山区结构调整、项目带动、移民搬迁、劳务输出、生态保护的发展路子，形成了凉州区张义镇和天祝县哈溪镇跨区域联合发展的“张哈模式”。在中部绿洲区，突出发展以农产品精深加工为主的食品工业，推进贸工农一体化，加快工业化、城镇化进程，打造循环经济产业链，实现资源的高效利用，创出了黄羊镇以工业化、城镇化带动区域经济发展的“黄羊模式”和以清源、清水、长城等乡镇为区域的阳光产业示范园。在北部荒漠区，大力压缩农业种植面积，发展生态移民、劳务输出和集约高效的节水农业，严格推行禁开荒、禁打井、禁放牧，加大封育力度，治理风沙口，培育了全国治沙模范“宋和样板”和生态移民、封育治理的“湖区效应”。突出节水这个关键，积极推进水权制度改革，出台了水权制度改革配套政策，明晰初始水权，建立农民用水者协会，农灌机井配套安装智能化计量设施，严格控制地下水超采。将亩耗水 400 方以上的作物逐步退出种植，建立起与水资源相适应的节水高效生产体系。发展渠系配套及管灌、滴灌、微喷灌和膜下滴灌等现代灌溉体系，减少水资源损耗。加大生态移民、劳务输转力度，减轻人口对环境的压力。在保护冰川、涵养水源林的同时，加大外流域调水，实施人工增雨，努力增加水资源总量，为阳光产业发展创造了有利条件。

四　突出调整结构，发展特色优势产业

武威是传统的农业区，长期以来结构调整缓慢，高耗水、低效益的粮食作物面积占了很大比重，农业的竞争力日趋减弱。撤地设市以来，立足于发挥比较优势，大力推进以节水为主的生产方式的革命性变革，加快结构调整和农产品品种的更新换代，阳光农业发展成效明显，特色优质作物面积达到 240.02 万亩，占农作物总面积的 65.7%，畜牧业占农业增加值的比重达到 31%。畜牧业生产建成标准化养殖小区(场)1916个，标准化养殖户 12.36 万户。凉州区、民勤县、天祝县名列全省表彰奖励的 12 个牛羊产业大县建设先进县。以日光温室和暖棚养殖为主的阳光产业得到广大群众普遍认同，迅猛发展起来，累计建成设施农业 21.5 万亩，其中日光温室面积已达到 10.6 万亩，居全省之首。全市有日光温室的乡镇达到 84 个，占到乡镇总数 90.3%，其中日光温室占地面积千亩以上的乡镇达到 15 个。通过露地-拱棚-日光温室等栽培模式的有机结合，武威已经能够常年生产 10 大类、300 多个品种的蔬菜和瓜果，年产反季节瓜菜 50 万吨，远销全国 10 多个省市，走出了国门。

五　坚持基地先行，实施龙头带动战略

坚持把项目建设作为发展阳光产业和推进结构调整的重要载体，加大对基础设施、设施农

业和生态环境建设的投资力度，带动农产品品种和质量、农业区域布局和产后加工转化的全面调整，增强了阳光产业发展的动力。以优质瓜菜、现代制种等地域特色产业为重点，大力发展专业化、规模化生产。狠抓标准化生产示范区的建设，全市已累计建立农畜产品标准化示范区（点）60个，无公害农产品标准化生产面积达到215.6万亩，建成58.8万亩优质瓜菜、40万亩现代制种、25万亩葡萄等酿造原料、37.4万亩马铃薯、25万亩经济林果和15万亩中药材生产基地。凉州区被列为全国绿色食品重点示范区，古浪县被列为省级无公害蔬菜基地示范县，天祝县被列为省级高原夏菜绿色食品示范县。酿造葡萄产量占全省的80%、全国的10%；优质小麦产量占全省的12%；优质玉米产量占全省的14.7%；优质蔬菜产量占全省的14.4%；肉类总产量居全省首位，形成了以优质加工型小麦、玉米和马铃薯为主的粮食加工业，以葡萄、大麦为主的酿造业，以玉米制种为主的作物制种业，优质瓜菜产业和草畜业等特色主导产业。建成荣华、威龙、达利、莫高、皇台、红太阳等一批规模大、竞争力强、成长型、特色型的龙头企业，产业集聚进一步加快，资源配置进一步优化，地域特色进一步凸现，有力带动和促进了阳光产业的发展。

六　注重科技创新，推广高新实用技术

加强与高等院校、科研机构的技术合作，积极引进、转化、推广高新实用科技成果，建立了一整套农业技术服务模式和制度，推广普及设施农业建设、生产技术，推行了旱作农业和大田节水高效农业种植技术规范。制定了61项无公害农产品地方标准、2项有机食品标准和5项绿色食品标准，形成了覆盖大宗和特色农产品的地方标准体系。积极推广先进适用技术，建设日光温室瓜菜、马铃薯全膜垄侧栽培、玉米全膜双垄沟播、测土配方施肥、灌区农田节水、标准化设施养殖、保护性耕作、秸秆青贮氨化等农业科技示范点566个，农作物良种化率达到97%，科技入户率达到100%，农业科技成果示范、转化、带动效应日趋明显。抓住全省启动实施“1000万亩高效农田节水技术”推广工程契机，积极实施节水增收入户工程，大力构建与水资源承载能力相适应的节水高效农业体系，垄膜沟灌、垄作沟灌、膜下滴灌、一膜两用免耕等农田高效节水技术推广面积达到103.57万亩，高效农田节水技术覆盖面达到37%。建成了凉州区松树乡松树村千亩玉米垄膜沟灌示范点等农业综合示范点50个，面积达46.64万亩，旱作马铃薯全膜垄侧栽培平均亩产较露地增产600公斤以上，垄膜玉米全膜垄作较常规覆膜亩均增产90公斤以上，亩均节水60～80方，旱作农业技术为山旱区农业发展创出了一条新路。

七　培育推广典型，放大示范带动效应

阳光产业是一个新型的高新技术产业，是人类认识和利用自然资源的一次革命，市场前景、发展空间十分广阔。但对于文化程度较低、信息不畅、观念落后的农民来说，看不到实实在在的效益，是很难接受的。武威市把典型示范带动作为突破口来抓，并将这种做法形象地称之为：做给农民看、引着农民干。坚持把人力、物力向重点村、专业户倾斜，形成一户带多户、多户带一村、一村带多村、多村成基地的发展模式。凉州区张义镇，山大沟深，交通不便，人均耕地不到0.7亩，2001年全镇人均纯收入仅有447元，在绝对贫困线以下，既无区位优势，又无资源优势，长期以来是个出名的“吃粮靠老天，生活靠救济”、“一方水土养不了一方人”的“十年九

旱”的地方。2001 年以来，各级领导和干部深入山区，寻求突破，探索实践了结构调整、项目带动、劳务输出、移民搬迁、班子建设的贫困山区开发式扶贫的“五条路子”，2000多农户、8900多人通过发展日光温室生活条件显著改善。以日光温室为主的阳光产业已经成为山区群众脱贫致富的“金钥匙”。全镇以种植人参果为主的日光温室达到4600亩，亩平均收入 2.1 万元，农民人均纯收入达到2227元，较 2001 年增加1780元，增长近 4 倍。与此同时，和气候条件相近、地理位置相邻的天祝县哈溪镇，立足优势互补，跨区域联合发展，哈溪镇日光温室达到4275亩，农民年人均纯收入达到2740元，较 10 年前增加2024元，增长近 2.8 倍，创出了高寒山区发展阳光产业脱贫致富的“张哈模式”。世界著名的沙漠和沙漠化专家巴巴耶夫应邀参观张义山区时，高度赞扬：“像张义这样的贫困山区，用温室作业来替代原来的广种薄收，用了先进科学的灌溉模式，走出了非常重要的一步，方向是正确的。武威正在寻求一条人与环境、大自然和谐相处的道路。”建成国家级东区星火密集区、沙产业暨循环农业示范园区、城东生态农业观光旅游区、凉州区黄羊镇高新节水农业等一批规模较大、水平较高的科技示范园区，建立各类农业科技示范点 304 个，建成 2 个省级无公害蔬菜示范县、5 个市级示范基地、27 个县级示范点。武威阳光产业园发展以微藻产业为代表的知识密集型阳光产业，努力推动微藻产业的实验、示范和推广应用，构建“基地、研发、生产、销售”产业链。依托钱学森沙产业实验室构建阳光产业基地，对沙区资源人工培育、加工利用等重点技术组织科研攻关和实验示范，建立科研与推广为一体的阳光产业发展体系，把沙产业发展与太阳能转化利用有机结合起来，互为一体、相互促进，有力促进了阳光产业的发展。

武威发展阳光产业得到广大干部群众的普遍认同，正以燎原之势蓬勃发展，彰显出强大的生命力，促进了石羊河流域重点治理和经济社会的持续快速发展。2008 年，我离开武威到省工商局工作时，全市 GDP 达到 182 亿元，较 2000 年人均增加3000元，年均递增 12.1%。石羊河流域重点治理取得重大阶段性成果，干涸近 50 年的青土湖逐步出现了水面，湖区地下水位开始回升，植被呈现出恢复趋势。2010 年，“石羊河流域重点治理取得阶段性成果、青土湖复活”被甘肃电视台评为全省十件大事之一，并在中央电视台新闻节目播出。2011 年，温家宝总理再次批示：“这为实现远期治理目标奠定了良好的基础，也利于国家对水利事业的更多的支持。”

回顾武威发展阳光产业从认知、起步、探索到发展和取得成效的历程，我们有一些初步的体会和启示。

*第一，解放思想，大胆探索，是加快阳光产业发展的首要前提。*武威市发展阳光产业，首先从审视、深化市情认识入手，大力推进干部群众解放思想，改变了长期以来的思维定式和传统陈旧观念，使阳光产业从无到有，从小到大，逐步发展成为拉动全市经济发展的重要产业。加快特色阳光产业发展，必须紧密结合当地实际，坚持实事求是、与时俱进，进一步创新发展理念，转变发展方式，以思想大解放，推动经济大发展、快发展。

*第二，领导重视，政府主导，是加快阳光产业发展的关键环节。*武威市把发展阳光产业作为加快石羊河流域重点治理、遏制生态环境恶化、推动经济社会转型发展的大项目、大产业来抓，各级党委围绕加快发展理思路、作决策、定措施；政府突出重点抓落实、解难题、促发展；四大班子领导成员都有自己的联系点，及时为农民提供市场信息，帮助解决具体问题，指导农民调整种植结构，让农民在发展中得到更多实惠。特别是农业、科技部门认真履职，积极作为，勇于实践，先行试验示范，进而引导农民推广，用身边事教育身边人。

第三，依靠科技，典型引路，是加快阳光产业发展的优势所在。科技是第一生产力。武威市在全面审视市情、努力挖掘不同区域地理、水土、气候等自然资源固有优势的同时，大力实施科技兴市、人才强市战略，通过聘请专家教授当顾问，培养自己的科技人才，大力实施科技培训工程，培养有文化、懂技术、会经营的现代新型农民，引进、吸收、转化新型适用新品种、新技术、新材料，着力打造后发优势，以强有力的技术支撑，为加快发展阳光产业提供了强劲的动力。

第四，抢占市场，体现效益，是加快阳光产业发展的强劲动力。武威市在发展阳光产业过程中，始终坚持以市场为导向，走扶龙头、建基地、创名牌、拓市场的路子，提高了阳光产业发展的市场化水平。特别是通过招商引资，支持和鼓励龙头企业在蔬菜生产区建设生产、加工、出口基地，建立了比较稳定的产销关系。重视各类专业合作组织、购销大户和农民经纪人队伍建设，成功实现了与市场的对接。实践证明，农业产业化的核心是市场化，只有把生产、加工、销售联为一体，才能有效提高特色农业的经济效益，使农业由弱质产业变为强势产业。

第五，科技创新，推进生产方式变革，是阳光产业发展的有效途径。阳光产业是科技推广和市场一体化的经济，是创新的经济体系，科技创新对加快阳光产业的发展起着决定性作用。阳光产业的发展必须依靠科技进步的支撑，科技创新要与市场紧密结合。最具有说服力的就是以日光温室为代表的设施农业生产打破了农业季节限制，实现农业由单季生产向全年生产的转变，又使许多新技术、新品种、新材料得到推广，促进了农业生产方式由单纯扩大种植面积的粗放经营向以科技为支撑的集约型、节约型、保护型生产方式的转变，提高了农业的综合生产能力，促进了农民增收。

阳光是生命进化的重要动力源，也是生命世界绚丽多彩的根本原因。阳光产业已经为我们展示出无穷魅力，阳光产业前景广阔。武威水土资源基础的先天不足以及人口的巨大压力，客观上要求必须建立以资源高效利用、经济增长、生态环境保护有机统一的发展模式，阳光产业就是最成功的实践。理论和实践、历史和现实告诉我们，坚持以科学发展观为指导，正确把握阳光产业的深刻内涵，积极探索既不为发展而牺牲生态环境、又不为单纯保护环境而放弃发展的道路，人类就一定能够走出传统、走向美好的未来。

作者简介：

张绪胜，男，汉族，1954 年 7 月出生，甘肃省甘谷县人，中央党校在职研究生学历。现任中共甘肃省非公企业工委书记、甘肃省工商行政管理局局长、党组书记。曾任党的十六大代表，现任十一届全国人大代表。

苁蓉产业——治沙富民的朝阳产业

韩　钢



早在20世纪60年代，著名科学家钱学森院士创造性的提出了发展沙产业、草产业理论，为沙区发展富裕开辟了科学和有效途径。近年来，巴彦淖尔市乌兰布和沙区实践钱老的革命理论，沙产业、草产业不断发展壮大，特别是人工营造梭梭林绿化沙漠取得良好效果，而以梭梭为寄主的人工接种肉苁蓉也取得超出预期的经济效益。这样就使梭梭和苁蓉的种植面积不断扩大，与苁蓉相关的营销和加工企业也相随发展起来，从而形成了以苁蓉产业为龙头，既推动沙漠绿化又带动群众增收，也促进地方经济发展的良性循环。

一　资源丰富，苁蓉产业潜力巨大

巴彦淖尔市的磴口县、杭锦后旗、乌拉特后旗三个旗县位于乌兰布和沙漠的东部边缘，沙区面积有506万亩。梭梭原本是这里的天然树种，解放初期还遍及整个沙区。后来由于长期过牧、滥伐和滥垦，梭梭面积逐步减缩，使这个国家二级保护植物在乌兰布和沙区几近消失。在过去几十年中，在沙区绿化上做了大量工作，也收到一定效果。但由于采用河套灌区农田开发的模式发展种植业和栽种杨柳等喜水树木，不适合沙区干旱的环境，也出现了效益逐年下降、地下水过度开采、农田重新沙化、树木成活率低、老化枯死及周期缩短等不良后果。从本世纪初大量推广梭梭种植后情况大为改观，这种抗旱性极强的树种回到“老家”后表现了很强的适应性，具有种植成本低、成活率高、生长快、长势好、自繁力强的特点，被公认为乌兰布和沙区绿化最理想的树种。在不到十年中，仅磴口县就种植成林30万亩。

梭梭种植面积的迅速扩大其动力来源于接种苁蓉的高效益。苁蓉在我国中医药典中是名贵的补益药品，在中药中的应用已有近两千年的记载，被誉为“沙漠人参”，而俗称“王爷地苁蓉”的乌兰布和沙漠肉苁蓉又是其中的上品。过去由于自然生长，资源有限，而又过度采挖，只采不种，使苁蓉资源遭到毁灭性的破坏，以致濒临枯竭。20世纪80年代国家和地方科技部门在新疆和田地区和内蒙古阿拉善盟研究试验人工接种苁蓉获得成功，这项成果的推广，为梭梭林在乌兰布和沙漠的恢复和苁蓉产业的兴起打下了坚实的基础。经过几年的宣传和推广，梭梭的育苗栽种技术和苁蓉的接种技术在种植户中已基本普及，造林质量大大提高，成活率都达

到85%以上,涌现出一批万亩以上的承包大户,苁蓉营销和加工企业也发展到二十多户。

二 效益显著,苁蓉产业动力强劲

钱学森同志提出的发展沙产业“多采光、少用水、新技术、高效益”的基本原则,是一个十分符合沙区实际,符合经济规律和社会发展规律的科学论断。沙区的共同特点是干旱,最缺的资源是水,最富有的资源是光照和土地。在年均降水只有130毫米而日照多达3300小时的乌兰布和沙区,发展梭梭和苁蓉种植业就体现了钱老的科学思想。磴口县的种植户和科技人员算了一笔帐:一亩标准化种植的梭梭再接种苁蓉,主要投入有整地、种苗、籽种、浇水(只需栽种梭梭苗时穴浇一次,接种苁蓉时再点浇一次),加上人工,头三年每亩总共需投资1200~1500元,到第四年每亩可采挖鲜苁蓉200~250 kg。最高的能达到单穴17株、径粗14 cm,鲜重21 kg,亩产436 kg的梭梭苁蓉。近年来苁蓉每kg的市场价格一直保持在10元以上,而且非常抢手,经常供不应求。如此算来第四年即可收回前期全部投资,可见种植户的效益是非常可观的。由于这种“暴利”式的收益,极大地刺激了种植者的积极性,在磴口县已经形成沙区的农民、牧民和社会投资者争相承包沙地的局面。目前沙区人工梭梭林已发展到30多万亩,人工接种肉苁蓉达到2万多亩,年产苁蓉干品近10万公斤。

旺盛的市场需求,不仅促进了苁蓉种植业的发展,也促进了加工业的发展,加工企业已经有二十多家,主要产品有切片、中成药、酒类、茶类、饮料、食品添加剂等近50多个品种,这些产品虽属初加工制品,但比起卖苁蓉原料增值也能达到3~5倍,如果再应用高新技术开发市场需要的精深加工,其效益将更为可观。

苁蓉产业的高效益,加快了乌兰布和沙漠的绿化步伐。近两年磴口县和乌兰布和沙区两个农牧场以每年5万亩的速度扩大梭梭种植面积,而且按发展形势预计,今后几年还会更快,为破解困扰多年的沙漠绿化难题找到一条有效途径。据磴口县有关部门测定,在梭梭林达到1.5米高时,林内风速可降低50%,湿度提高10%,流沙得到有效阻拦,林内沙生草类密度加大,生长良好,生态效应十分明显。由于实行了一系列政府扶持,加强了科技指导和服务,使苁蓉产业从种植到营销再到加工,初步形成了完整而紧密的产业链条,为进一步加快发展奠定了基础。总之,苁蓉产业的发展给我们展现了一幅沙漠增绿、群众增收、企业增效、地方经济增活力的可持续发展前景。这是沙区贯彻落实科学发展观的生动实例。

三 加强开发,苁蓉产业前景广阔

我国肉苁蓉的产区主要分布在内蒙古、宁夏、甘肃和新疆的荒漠、半荒漠地区。目前野生资源已极少,主要靠人工种植,据业内人士估算,年产干货不足2000吨,而国内外市场的需求量远大于此,市场空间还很大。

随着科技的进步,对肉苁蓉药用价值的研究不断有新的进展。20世纪80年代,日本学者为解决人口老龄化所带来的老年性疾病,特别是老年痴呆、机能退化等疾病,基于长期以来对肉苁蓉基本补益作用的认识,开始用现代科学手段对肉苁蓉活性成份进行深入研究,随后我国学者也开始了对肉苁蓉药理及化学成份的基础性研究。就目前诸多学者从不同方向进行研究的结果看,综合起来认为肉苁蓉对人体有改善功能、调节免疫、增强体力、保护心肌、促进消化、

保护神经、提高记忆、抗肿瘤、抗辐射、抗衰老、抗肝炎等十几项主要功效。随着社会的进步和人民生活水平的提高，人们对采用天然药物进行绿色保健、绿色治疗的理念也会增强，而随着科技的进步，采用先进科技手段对肉苁蓉药用价值、保健价值和其他利用价值进行深度开发也必将取得新成果，肉苁蓉的市场需求肯定会继续增加。肉苁蓉产业的发展还有远大的前程。

为了使苁蓉产业健康、有序、快速发展，成为一个有竞争力的优势产业，成为一个新的经济增长点，巴彦淖尔市和有关旗县已把发展沙产业特别是苁蓉产业列入“十二五”经济发展规划。磴口县的发展目标定为今后 5 到 10 年，人工种植肉苁蓉规划面积要达到 50 万亩以上，年产鲜苁蓉5000万 kg 以上，通过加工增值，苁蓉产业总产值突破 10 亿元。对于一个只有十多万人口的小县来讲，这个目标如能实现无疑是又培育了一个强大的支柱产业。沙区农牧民靠苁蓉产业致富达小康，也是完全可能的。

苁蓉产业的发展虽然有光明的前景，但是作为一项新兴的产业在前进的道路上必然还有很多问题和困难需要解决。就我市目前的状况看，可以概括为这样几句话：有利条件——资源富有，技术成熟，群众积极，认识统一，效益显著；要解决的问题——政府组织协调，落实扶持政策，加大资金投入，培育龙头企业，加强科研开发。

如果各方面的工作上得去，按现在的发展势头，经过 5～10 年的努力，我市的苁蓉产业定能成大气候，把巴彦淖尔打造成国内以至国际上主要的肉苁蓉生产、加工和集散基地是完全可能的。

作者简介：

韩钢，男，汉族，1945 年 5 月出生，毕业于内蒙古农牧学院水利专业，水利高级工程师。曾任巴彦淖尔盟副盟长兼河套灌区管理总局局长，盟委副书记，巴彦淖尔盟政协主席。现任巴彦淖尔市沙产业、草产业协会会长，内蒙古沙产业、草产业协会副会长。

科技进步是宁夏变“沙害”为“沙利”的关键支撑

马清贵



摘要：宁夏东、西、北三面环沙，坚持科学试验示范与实践经验相结合，是宁夏近半个世纪防沙治沙、发展沙产业取得成功的重大方略，但就发展现状而言，宁夏沙产业的发展在科技创新方面还远远不够，需要进一步明确目标、确定重点，促使科技进步成为变“沙害”为“沙利”的关键支撑。

关键词：沙产业；防沙治沙；科技支撑

已故杰出科学家钱学森是我国沙产业的积极倡导者，他在 1984 年首次提出“沙产业”概念时就认为，作为沙产业应在“不毛之地”上利用现代科学技术，包括物理、化学、生物等科学技术的全部成就，通过植物的光合作用，固定转化太阳能，发展知识密集型的农业型产业。宁夏发展沙产业的实践证明，科技进步是变“沙害”为“沙利”的关键支撑。

一　坚持科学研究与生产实践相结合，是宁夏近半个世纪防沙治沙与发展沙产业取得积极成效的重大方略

宁夏西、北、东三面分别被腾格里沙漠、乌兰布和沙漠和毛乌素沙地包围，沙漠化土地面积达 118.3 万公顷，占全区总面积的 22.8%，是我国沙漠化最突出、生态环境最脆弱、“沙害”现象最为突出的地区之一。新中国成立以来，宁夏创造出举世闻名的防沙治沙模式，累计完成退耕还林1229万亩，人均退耕还林面积位列全国第一；累计治理沙化土地 700 万亩，10 年间沙化土地净减少 79.5 万亩，成为全国第一个治理速度大于沙化速度的省区，目前宁夏防沙治沙已进入新阶段。宁夏在积极发展沙产业、促进防沙治沙工程实施的历程中，离不开大量的科学试验及对防沙治沙科学规律的认识与运用。自治区科技厅曾于本世纪初总结出腾格里沙漠沙坡头大漠边缘治理模式、毛乌素沙地盐池干草原沙地综合治理模式、引黄灌区绿洲腹部流沙工程开发治理模式等三种模式，向中东国家输出了治沙技术，并依托宁夏治沙先进技术向国家科技部申请了治沙专项重大科技项目，为推动以沙生药材产业为典型的沙产业发展奠定了基础。从目前的发展现状来看，宁夏防沙治沙模式的各类技术集成体系和沙产业开发综合配套技术

已在防沙治沙、生态建设中得到了广泛应用和推广。一批沙区中药材产业、沙区草畜产业、沙区经果林产业、沙区设施农业等的试验示范基地和生产基地、加工企业已在我区沙区建立起来。在不同类型地区建立的一批防沙治沙典型的引领下,创建了宁夏防沙治沙及沙产业发展的四种模式,形成了适于不同环境条件的技术集成体系。

一是中卫沙坡头"五带一体"铁路固沙模式。中卫沙坡头固沙林场等专业化治沙队伍经过科学实践与生产相结合,引进并创造了多项可操作性极强、易推广的配套技术。沙坡头"五带一体"防风固沙模式,因有效地治理流动、半流动沙丘保障了包兰铁路的长期畅通而著称于世。该技术是包兰铁路中卫沙坡头固沙林场专业技术人员和中科院专家对前苏联专家创造的草方格沙障的总结与创新,技术的典型特征是由铁路向外依次建立固沙防火带、灌溉造林带、草障植物带、前沿阻沙带、封沙育草带。"五带一体"铁路固沙模式的创新与示范应用,于1986年获得了国家科技进步特等奖。

二是盐池,灵武流动、半流动沙丘草方格固沙种草(灌木)技术模式。该技术模式以草方格固沙为基础,利用雨季天然降水在草方格内和沙丘间种植耐旱的沙生灌木为主,同时实行禁牧封育、补播牧草、恢复和修复植被等措施。在水分条件较好的荒漠地带,还积极推行沙生药材和沙生灌木间作,发展沙区草畜产业等。在居民区周围和道路两边营造防护林带,种植沙区经果林,通过生态综合治理与生产经营保障性开发相结合达到了建设生态家园的目标。如白芨滩林场的"前拉后挡,顺风推进"的沙区造林固沙技术和在流沙前沿营造固沙灌木林,在生产、生活区外围营造乔木骨干防护林,建设经果林产业带,发展灌溉种植业和种草舍饲养殖业的"五位一体"沙区综合治理开发技术,便是这种技术模式应用的典型。

三是在水分条件相对较好的沙丘间实施补种适生灌木封育修复技术模式。这种技术模式的特点是在流动半流动、自然水分条件较好的沙区低地,只在迎风沙丘面扎一些草方格,利用雨季降水点播补植适合当地环境生长的花棒等灌木为主的固沙植被修复技术体系。如毛乌素沙地西缘的平罗河东地区所选用的就是这种模式。

四是引黄灌区腹部沙地治理区生态农业(林业)综合开发模式。通过引进优良植物品种,大力推广运用节水灌溉技术,营建滴灌条件下的沙区生态防护林,发展技术密集型高效益林果业。发展以光、热、水、肥、气调控技术为主的高新技术植物快速扩繁技术产业,形成沙地生态综合治理、新兴沙产业开发链治理模式。目前已建成的红寺堡开发区、中卫南山台子移民开发区、银川兴庆区月牙湖移民开发区、永宁征沙渠开发区、灵武狼皮子梁开发区等一批国家投资为主体的移民生态农业经济综合开发区就是应用这种模式的典范。通过这种开发模式的实施,使永宁县西部征沙渠等地的沙化土地被改造成了田成方、林成网、沟渠纵横、道路通畅、林茂果鲜粮丰的新农村;中卫市中冶美利纸业集团发展以引水、节水、提高水资源利用效益为核心的技术密集型高效林业,在腾格里沙漠地带营造50万亩纸浆林基地,企业实现年造纸生产能力超过百万吨,年销售收入达百亿元,跨入我国造纸"十强"企业行列。

宁夏在防沙治沙、发展沙产业的长期科学实践中,中国科学院原兰州沙漠所、宁夏农林科院、北京林业大学、宁夏大学等科研院校长期在盐池等县市设点试验,建立示范基地,为创建防沙治沙技术集成体系和沙产业发展模式做出了重要贡献,先后取得了"盐池万亩治沙样板林营造"、"盐池沙地旱生灌木园建立及其研究"、"宁夏沙地立地分类评价及适地适树研究"、"盐池草地农业系统的建立的研究"、"盐池沙地主要适生灌木良种繁殖栽培"、"盐池县沙漠化土地综合整治试验"、"盐池荒漠化土地综合治理及农业可持续发展研究"、"柠条饲料加工利用研究"、

“宁夏盐池沙区人工柠条灌木林对退化沙地改良效应”、“宁夏沙漠化土地综合治理及沙产业开发”、“沙区林纸一体化开发技术”等30多项国家和部委各类科技成果奖。这些科技成果的取得有力地支撑了宁夏防沙治沙和沙产业的发展。

二 科技创新是做大做强沙产业的根本途径，要明确目标、确定关键技术路线，力争取得更大突破

发展沙产业的核心是要利用多采光、少用水、高效益的新技术，但宁夏乃至全国当前的沙产业基本上是处在传统的、粗放的发展阶段，与建设知识密集型、高科技沙产业的要求相比还有很大距离。因此，要积极借鉴已有的成熟经验，选择适宜的关键技术组合模式，为沙产业向高层次发展提供技术保障。

1. 要因地制宜，正确处理好开发与保护的关系，为科技助推沙产业发展提供制度保障和理论支撑

首先，要在治理中开发沙产业，通过开发沙产业更好、更快地实现防沙治沙的目的，实现人与自然的和谐发展；其次，沙产业开发建设项目要与当地的经济发展和生态保护结合起来，利用各种经济杠杆推动防沙治沙和沙产业的发展，坚决杜绝危害生态和污染严重的沙产业开发项目；第三，要有积极的制度安排，力求法律法规、行政、政策、规章制度、管理体制各方面协调一致形成合力，有力地推动沙产业的发展；第四，要正确处理好沙地与沙漠的治理关系，把治理沙地发展沙区沙产业放在优先地位，把有限的资源有序有效地用在防沙治沙发展沙产业上，以实现治沙与沙产业发展的双赢。

2. 要进一步明确沙产业的概念并确定沙产业发展的主导产业，为科技支撑沙产业提供方向

目前，沙产业经济系统中到底包括哪些产业，需要进一步确认，宁夏的思路是：沙产业不仅包括沙区整个大农业，而且包含沙区旅游业、沙区新能源、砂基新材料的开发等。根据钱学森关于沙产业是“农业型产业”的定义，结合宁夏中北部荒漠绿洲农业的客观特点，并分析市场需求和资源条件，宁夏提出要在“十二五”期间，加快培育和做大做强沙生中药材、沙区经济林、沙区草畜产业、沙区硒砂瓜、沙漠设施农业、沙区新能源、沙漠旅游业、砂基新材料八大主导沙产业，并确保每个产业建立2～4个产业示范区或基地，每个产业形成3～5个拳头产品，每个产业培育4～6家市场前景好、经济效益高、带动作用强的龙头企业，每个产业都设立首席专家并形成一支创新型团队，每个产业都实施一批科技专项沙产业发展目标。通过这样的发展布局，将为宁夏的沙产业发展确立良好的基础。

3. 要加快先进适用技术的组装配套，切实走好“多采光、少用水、新技术、高效益”的可持续发展道路

具体目标是：要在5年时间内大力推广应用先进适用沙产业适宜技术，通过先进适用技术

的组装配套，改变传统沙产业生产方式，大力构建生态、节水沙产业开展模式，真正形成“多采光、少用水、新技术、高效益”的沙产业发展路径。

重点任务是：一要积极推广温室种植、养殖技术，采用抗结露膜、高透光膜等“智能型”薄膜，最大限度地利用太阳能，达到沙产业“多采光”的目的。二要加快推广技术含量高的滴灌、喷灌、渗灌等节水技术，实现真正意义上沙产业“少用水”的目的。就目前宁夏中部干旱带沙产业的发展状况而言，在缺水的同时，还存在着严重的节水措施不当，水资源浪费严重。针对这种现状，将通过不懈地努力，采取多种措施，大力构建节水型社会，使有限的水资源发挥更大的效益。三要大力开展新技术、新品种的引进、试验、示范和推广。围绕新种植或可利用的沙生植物，加强科学研究和技术攻关，创新和改良品种，提高沙生植物的产量和质量。近年来，生物科学发展迅速，基因改性植物已有不少应用，因此，宁夏将有效利用先进的生物工程技术，积极开展沙产业使用的沙生植物品种研究，推广模式化高效栽培、农产品加工等先进农业适用技术和高新技术，努力实现“新技术、高效益”的目标。目前，围绕宁夏硒砂瓜产业发展的需要，自治区已着手依托宁夏农林科学院及有关企业，在中部干旱带沙化土地治理区环香山地区的中宁县大青山地区建设全国最大面积的硒砂瓜制种产业基地，硒砂瓜制种面积将由目前的3000亩发展到1万亩，为宁夏及周边地区硒砂瓜产业提供具有自主知识产权的优良品种；四要开展新型能源建设。利用沙区丰富的光、风等自然资源，发展太阳能光伏电板、风力发电，把太阳能变成热能、电能，把风能利用起来。力争到2015年，全区风电总装机达到300万千瓦、建成太阳能发电项目60万千瓦，新能源发电比重达到14%。

4. 要大量应用现代科技成果，用科学技术武装沙产业，实现沙产业的工厂化生产、工程化管理

具体目标是：10年或更长一些时间，大量应用现代科技成果，充分应用现代生物技术、信息技术、系统控制管理技术、新材料技术、太空技术（如育种等）和新型能源技术等，使沙产业由依附土、水、沙等自然资源转变为依靠科技知识和依靠无穷的太阳能，开拓人类新的食品、建材、能源生产空间，使循环经济理念在沙产业发展中得到充分体现。

重点任务是：一要发展制种业和营养液无土栽培农业生产。充分发挥沙漠地区隔离性好、无污染、种质资源单一的优势，开展生物育种、制种工程。发展农药用量少、无污染、农作物产量高、品质好，并省肥、省水、省工的无土栽培农业。据有关资料介绍，目前发达国家温室作物生产90%采用无土栽培，温室无土栽培西红柿亩产量可达到3～4万公斤，具有极大的经济效益。二是大力发展微藻产业。推广开放式池式养殖技术，引进封闭式管道养殖技术设备，在沙区逐步实现微藻规模化生产。生产藻粉、藻泥产品，先使该类产品在养殖业上大力推广，并逐步在人类食品生产中应用。三是兴办一批沙产业加工企业。沙区丰富的沙粒资源，将成为人类开发新型建筑材料的原料保证；丰富的光能资源，是生物工程赖以利用的财富；热能、风能资源，是新能源建设的基础。通过兴办一批沙产业加工企业，延长沙区资源开发的产业链，创造高效率、高附加值和高效益的沙产业产品，将使未来沙产业的发展充满希望。

5. 要加大沙产业共性关键技术的研发引进与集成示范应用，确立完整的沙产业技术开发优先主题

首先，在工业领域，以九大关键内容为优先主题，建立工业型沙产业开发技术体系：加快引进与示范应用以仁创泉地下隐形水库、砂基膜组件为主的砂治水关键技术；加快引进与示范应用以选择性支撑剂、沙漠生物油料种植开发关键技术为主的砂增油关键技术；加快引进与示范应用以砂基生态建材、钢管混凝土、砂质家具为主的砂低碳关键技术；加快引进与示范应用以透气防渗砂为主的砂治沙关键技术；加快引进与示范应用以透气防水砂为主的砂治碱关键技术；加快引进与示范应用以污泥回用、免冲马桶技术系统、餐厨垃圾压缩脱水技术为主的砂治污关键技术；加快引进与示范应用以增强防渗砂、砂基防腐涂料为主的砂防腐关键技术；加快引进与示范应用以超耐高温覆膜砂、低温快速固化覆膜砂为主的砂精铸关键技术；加快引进与示范应用以废砂再生技术与装备为主的砂循环关键技术和设备。

其次，在农业领域，充分利用沙荒地区光热资源，改变传统温室的建造工艺，开发建设更适用于沙荒地区建设的新型节能日光温室，推广新型日光温室建造技术和设施栽培技术；研究采用抗结露膜、高透光膜等“智能型”薄膜，最大限度的利用太阳能，达到“多采光”的目的；推广模式化高效栽培、农产品加工等农业先进适用技术和高新技术，实现设施农业“新技术、高效益”的目标；积极进行压砂地退化防治与恢复关键技术研究，引进、培育适应当地种植的优新品种；研究开发压砂地高效栽培模式和水、肥、病虫害等高效利用和综合防治关键技术，集成压砂覆盖栽培技术精华，研究宁夏压砂西甜瓜产业化综合配套技术和生态系统稳定的新模式。

第三，在生态建设领域，加快构建以荒漠化防治技术、水资源高效利用技术、温室与地膜应用技术等为主的沙区生态环境改善技术；以沙区植被恢复与建设技术、生物资源的调查利用与加工技术、沙区生物工程技术等为主的生物资源利用技术；以沙产业区划技术、生态评价技术、沙产业产品经济社会效益评价技术等为主的沙产业经营评价技术。在沙产业开发技术体系的建设中，要特别注重沙产业发展中抗寒、抗旱、抗病、防风植物及能源植物的选育与引种，加快建立适用于不同类型沙漠化地区沙产业发展的技术支撑体系。

第四，在生物质能源开发领域，充分利用生物质能源的“两个市场，两种资源”，坚持自主开发与引进消化吸收相结合，在高起点上发展生物质能源技术。重点利用先进的生物技术选育高抗、速生、高产的能源林新品种；建立能源林示范基地，研究栽培工艺和生产开发技术；开展生物质能源高效转化技术及林业生物质综合开发利用的研究。

三　科技创新是沙产业的生命线，要围绕如何解决沙产业发展的根本出路问题，建立可靠的科技支撑保障体系

1. 加快形成以科技创新带动沙产业发展的良好氛围

根据宁夏回族自治区人民政府关于加快发展沙产业的意见要求，自治区科技部门正在积极谋划一批沙产业开发重大项目，多方争取国家的支持。自治区各有关市县区都积极把沙产业发展中的科技创新和技术研究摆上重要位置，组织专门的科研队伍，加大投入，从各方面给予支持。针对影响沙产业发展的重点科技支撑问题，科技部门积极组织有关科研单位进行科技攻关，搞好科技示范和推广应用。但一个像抓农业那样抓沙业，像对待农业科研攻关和推广

应用那样抓沙产业科技创新工作的工作环境还没有完全形成。对于沙产业的发展还需要从科研机构和力量上给予支持；从资金、贷款、税收上给予照顾和扶持；从各项工作安排上给予保证。要进一步认真贯彻落实科学发展观，从思想上真正重视沙产业科技创新，从行动上切实抓好沙产业科技创新，加快形成建设知识密集型、高科技沙产业的浓厚氛围。

2. 加快建立沙产业科技研发平台与示范基地

沙产业是知识密集型的新型产业，发展沙产业必须依托强有力的科技支撑。因此，宁夏将着手建立宁夏荒漠化防治重点实验室、宁夏太阳能光伏材料重点实验室；建立以中国科学院沙坡头国家沙漠试验站为依托的沙坡头宁夏沙漠化综合试验站、盐池县沙生植物试验站；组建以区内重点科研院所为依托的沙生中药材科技支撑与服务平台、沙区硒砂瓜产业科技支撑与服务平台、沙漠设施农业产业科技支撑与服务平台、沙区经济林产业科技支撑与服务平台；组建以区重点研究企业和科研单位为依托的宁夏砂基新材料研究中心、宁夏风力发电产业联盟研发中心、宁夏生物质能源植物培育和利用研究中心、宁夏硅材料工程技术研究中心；建设三沙生态园、平罗沙生植物博览园、银川植物园和中卫国际沙博园。将沙产业展示区建设成防沙治沙成就的科普宣教及科研基地，沙产业建设新模式、新技术、新成果、新产品的展示区。

3. 高度重视沙产业科技开发的人才培养

尽快解决沙产业发展中的人才紧缺问题，宁夏将通过五个途径全面培养我区沙产业开发所需的各类人才：一是全力办好宁夏防沙治沙职业技术学院，尽快培养一批沙产业实用技术人才和管理人才；二是依托宁夏仁创科技有限公司等单位积极培养和引进少量的沙料建材开发高级人才，支持宁夏建筑职业技术学院培养从事沙料建材的技术工人；三是依托宁夏农林科学院、宁夏大学相关专业学位点等单位，积极引进、培育从事能源植物培育和种植的研究人员；四是依托宁夏发电集团公司等，积极引进主要研究风能、太阳能发电关键技术的各层次人才；五是依托宁夏大学和北方民族大学的相关专业，积极培养从事沙漠旅游产品开发、项目设计、解说系统开发的研究生和沙漠旅游的活动体验型导游。

4. 积极培育和引进科技型沙产业龙头企业

培育和引进科技型沙产业龙头企业是发展沙产业的关键，宁夏将积极创建沙产业技术联盟，争取每个单项产业都至少引进 1～2 家骨干企业。自治区有关部门将积极做好沙产业龙头企业的认定和监测工作，定期发布沙产业龙头企业名录，加大保护和宣传力度，对地区经济增长拉动力大的企业要给予奖励。要从实际出发，为沙产业龙头企业的建立和发展营造良好的环境，吸引一批有资金、有能力的单位和个人加入到沙产业加工的行列，扶持和培育一批能带动沙产业发展的产品加工销售企业。着重支持酿酒葡萄、草畜、中药材、瓜果类等优势产业加工企业建设。鼓励沙产业产品加工企业进行深加工技术的研究与开发，多出产品，出名牌产品，在科研立项、商标注册、产品销售等方面尽可能给予优惠和便利。对沙产业产品利用实行优先立项、优先设计（产品应用）、优先使用（优先列入政府采购计划中）。

5. 加快建立沙产业技术和产品质量标准化体系

围绕沙产业主导产业的发展需求，宁夏将以市场需求为导向，以沙产业主要产品的质量为重点，在已有的国家标准、行业标准和自治区农业标准体系框架的基础上，坚持引用、修订与制定相结合，突出主导产品、突出地方特色、突出重点内容，逐步建立健全结构合理、层次分明、重点突出，具有我区特色的沙产业产品质量标准体系。制定沙区药用植物资源培植、保护及开发技术标准，沙生经济作物种植及利用技术标准，沙区经果林栽培及深加工技术标准等沙产业标准，沙料建材系列产品质量标准，形成较为完善的沙产业质量标准化体系。积极开展沙产业标准化示范区建设，逐步开展沙产业标准化示范区项目评价。充分发挥龙头企业在沙产业标准化工作中的带头作用和辐射效应。

6. 广泛开展沙产业对外科技交流与合作

有效地对外科技交流与合作是提高沙产业技术支撑水平的重要途径，为此，宁夏将努力搭建一批沙产业科技交流平台：重点是依托区内有关大学和科研院所，搭建沙产业的科技交流和技术引进平台；依托北京仁创科技集团及区内有关科研单位，搭建沙料建材产业技术交流平台；依托宁夏发电集团公司等企业，搭建风能、太阳能发电技术交流平台；争取成立中国（宁夏）防沙治沙与沙产业国际科技合作交流中心。自治区科技厅、林业局将分别牵头至少每两年举办一次中国（宁夏）防沙治沙与沙产业发展高峰论坛和国际防沙治沙与沙产业大会。

作者简介：

马清贵，男，回族，1959 年 11 月出生，宁夏同心县人，宁夏大学政治系毕业，副研究员。现任宁夏回族自治区科学技术厅厅长、党组书记。

将发展沙产业与转移战略有机结合促进阿拉善农牧区经济跨越式发展

龚家栋



“沙产业”是钱学森先生于1984年提出来的。钱老这样描述;在西部沙漠、戈壁所谓的“不毛之地”上,利用现代科学技术,包括物理、化学、生物等科学技术的全部成就,通过植物的光合作用,固定转化太阳能,发展知识密集型的农业型产业。在总结实践经验的基础上,沙产业的实践者们将其技术路线通俗地表述为“多采光、少用水、新技术、高效益”。

对于沙产业,我们可以从两个层面上来理解。其一是以种植、改良适于沙区环境而又具有经济价值的耐旱植物尤其是经济灌木、药材及藻菌类为主的种植业及其养殖业;其二是将种植收获的植物性产品和养殖获得的动物性产品进行产后加工、综合利用,实现其经济价值。沙产业理论发展至今,其内涵已经超出了原先的界定,更强调将沙漠化土地治理和开发利用沙区生物、非生物资源相结合;产业化推动与沙区居民的收入提高和生活质量改善相结合;以科技为先导,开发研制具有沙区特色的新产品;以企业为主体,组织和依靠沙区群众;以经济措施为杠杆而贯穿于沙区动植物的保护、繁育、采购、加工、销售等环节;研究和推广适于沙区发展的知识密集型产业的新的管理和运行机制。

2003年8月上中旬,内蒙古沙产业、草产业协会组织有关专家和企业家,对内蒙古西部部分地区和甘肃河西走廊及中科院寒区旱区环境与工程研究所等,进行了比较系统的沙产业发展现状考察和调研;11月6~8日,国家林业局治沙办等单位在北京组织了首届沙产业博览会及中国沙漠化防治与可持续发展论坛,内蒙古沙产业、草产业协会还组织了向北京知名专家作关于沙产业、草产业发展现状和下一步发展思路的汇报。笔者参加了这些活动,受到了深刻的教益和启发。

一 根据沙产业理论重新认识阿拉善

1. 农牧区面临的主要问题

位于贺兰山以西的阿拉善高原是祁连山以北生态脆弱区的核心区。沙漠、戈壁广布的生态条件,迫使当地居民一直处在与沙漠作斗争中求生存的窘迫境地。然而,世世代代的努力,并没有改变自己的生存状态。进入20世纪80年代,阿拉善地区生态环境加速退化,不但使当

地以传统放牧为主要生产方式的牧民失去了生产生活条件，而且有相当部分沦为生态难民。与此同时，频繁发生的沙尘暴，还对周边经济区的生态安全产生了重大威胁。

严酷的现实，迫使我们对阿拉善地区的生态环境和社会经济问题进行反思。

(1)在 27 万平方公里的土地上，尽管只生活了 20 万人，且城镇人口 14.8 万，城镇化率达 74%。但是，生态环境极端脆弱，对于人类经济活动的承载能力极其低下。长期以来，农牧业经济的发展主要依靠扩大生产规模来获得，尤其是在牧区，传统生产、生活方式与脆弱的生态环境发生了剧烈的冲突。一旦遭遇干旱或其他灾害，当年的主要收入乃至多年积蓄均用于购买饲草料抗灾保畜，生产生活条件得不到改善，相当部分农牧民必须依靠扶贫补贴和贷款，才能维持生产和生活。

(2)在传统农牧业为主导的条件下，丰富的太阳能资源得不到充分利用，而水资源短缺的矛盾则异常突出，引水、提水成本高居不下，缺水与水资源浪费并存，地下水集中开采区超采严重，降落漏斗逐步扩大。

(3)阿盟人引以自豪的天然植物资源(如甘草、麻黄、肉苁蓉、锁阳、苦豆子、沙葱、沙芥和发菜等)和盐湖资源(如卤虫和盐藻等)，得不到开发利用。虽然有部分企业进行了一定规模的开发，但至今形不成产业优势，更不能转化为经济优势。而且因无序的“乱挖、乱采、乱搂”等行为，不仅破坏了资源，更对脆弱的生态环境造成了严重的破坏。

在总结长期沙漠治理和开发实践经验及教训的基础上，阿拉善盟盟委、行署在 20 世纪 90 年代中期提出了以“适度收缩、相对集中”为核心的“转移发展战略”，并将其作为全盟生态治理、社会经济发展的指导方针。针对区域生态环境综合治理和农牧区社会经济发展，我们将总体思路概括为“转移、保护、建设”。即：通过生态绿洲和城镇的高标准建设，吸引农牧民退出生态脆弱的沙漠化土地，实现阿拉善生态环境的全面保护。换句话说，就是深入实施“转移发展战略”，摒弃“人定胜天”、“人进沙退”观念，以人退带动沙退。从变革农牧民传统的生产、生活方式与解决草畜的突出矛盾入手，严格控制、调整人类活动方式和活动范围，将分散居住的农牧民集中在资源条件相对较好的地区，集中发展。善待沙漠、善待戈壁，在不适合现代人类居住的沙漠、戈壁、山地和丘陵地区以及生态保护重点区，建立“生态无人区”。加强水资源保护和水环境建设，从提高单位的用水效益出发，发展节水高效生态农牧业。这里，农牧民的转移是核心，脆弱生态环境的保护是目标，绿洲与城镇的建设是重点。

经过多年的努力，通过实施“转移发展”战略，农牧区生产力布局和结构调整取得了很大成绩。将原有的 48 个苏木镇撤并为 39 个，229 个嘎查撤并为 203 个。从生态恶化地区转移牧民4400户 1.66 万人，农牧业人口占全盟总人口的比例由 1999 年的 40.7%下降到 2002 年的 26%，农牧民的生产条件和生活质量得到了较大程度的改善。然而，面临的问题也是显而易见的。那就是，随着“转移发展战略”的进一步实施，更多的转移出来的农牧民将从事什么样的产业？如何才能真正实现“移得出、稳得住、能致富”的目标？寻求一系列有“魅力”的后续产业、提高农牧民的收入和生活质量，与全国人民一道共同进入小康社会，始终是困扰阿拉善各级政府的重要问题。

2. 独具特色的资源环境条件

钱学森以系统工程学原理提出的沙产业理论，以及近几年阿拉善地区在沙产业方面的实践，为我们重新审视阿拉善的资源环境提供了理论基础。

(1)未经污染的广袤土地为沙产业的发展提供了理想的地理空间。

沙产业理论不追求从根本上改变沙漠、戈壁的自然地理特征，而是将沙漠和戈壁与农地、草原、林地并列，统一认定是接受阳光的表面。沙漠地区具有充沛的阳光天赋资源，潜伏着发展农业型产业的高生产要素。把提高沙漠戈壁地区植物太阳能转化效率作为方向，努力克服植物利用太阳能的限制因素，提高单位面积碳水化合物的产量，以满足人们对氨基酸、维生素、生物能源及工业原料的需求。这一谋略定势，从根本上改变了有别于传统对沙漠戈壁认定的思维模式。

在阿拉善的 27 万平方公里土地上，沙漠、戈壁、山地和丘陵占 80%，具备开发利用潜力的滩地为 5.25 万平方公里。自 20 世纪 70 年代以来，在水资源条件较好的局部地区开发了约 30 万亩耕地，但大多数地区未受到传统农业所使用的化肥和农药的污染。阿拉善地区主要受极地大陆气团控制，晴天较多，阴雨天少，大气透明度好，空气干燥洁净，太阳辐射强度大，日照时间长，光能资源丰富。全年日照时数为2900～3450小时，太阳辐射为 150～165 千卡/平方厘米，光合有效辐射为 72～81 千卡/平方厘米，是我国仅次于青藏高原的高辐射区，具有丰富的光能资源。

阿拉善地区水、土、光、热条件的配合是很差的，降水稀少，外来水资源不足。显然，这里既不可能按照传统思维发展农牧业，也不可能照搬其他盟市的路子，必须形成具备自己特色的发展道路。就总体而言，在现代科学技术和管理技术的支撑条件下，按照以色列的发展模式，将“太阳视为富国强民宝库、出卖地中海阳光的现代沙漠农业”，在阿拉善具有极大的发展空间。

(2)独特的植物资源和盐湖资源为沙产业的发展提供了丰富的高价值原料。

我们说，沙产业理论的提出，改变对沙漠戈壁的传统思维定势，开辟了人类新的生存空间。这里的另一个重要含义，就是让我们重新认识生长在沙漠戈壁地区的植物以及广泛分布的盐湖。阿拉善严酷的生态环境造就了适应这种特殊环境的物种。广泛分布于阿拉善地区的梭梭、白刺、苦豆子、沙拐枣、绵刺、柽柳、蒙古扁桃、四合木等，一方面具有很强的抗逆性，另一方面也具有较高的经济价值。甘草、麻黄、苦豆子、沙葱、沙芥和发菜等人工种植技术，肉苁蓉、锁阳的人工接种技术，均已成熟，并为农牧民所掌握，从而为工业化加工提供了原料的数量和质量保证。沙漠腹地及周边地区众多盐湖蕴藏着丰富的盐藻和卤虫资源，为“盐湖农业”的发展创造了得天独厚的条件。据初步统计，阿拉善三大沙漠中有盐湖 415 个，水面面积 231 平方公里，天然产出盐藻和卤虫的水面有 4 万亩。

按照循环经济的思路，最大限度地提高资源环境配置效率，延伸产品链条，使生产体系形成资源-产品-再资源的反馈流程，阿拉善的特色资源必定能够转变为区域经济发展的新亮点。

(3)极度缺乏的水资源，要求水资源开发利用必须以提高单位用水效率为突破口。

沙产业理论的一个重要立足点是“少用水”、“高效用水”。在计划经济和以粮为纲思想的指导下，区域范围的粮食平衡导致了产业的落后和水资源的低效利用与浪费。即使在节水技术成本逐步下降的今天，我们也很难想象传统的大田种植方式能够支撑节水高新技术的应用，因而，水资源严重短缺的地区，缺水与水资源浪费并存的恶性循环长期得不到遏制。阿盟境内水资源总量(不包括三大沙漠)为 18.07 亿立方米，可利用水资源量为 8.83 亿立方米，其中，地下水 4.85 亿立方米，地表水 3.98 亿立方米。这样的水资源条件不可能支撑传统农牧业的发展。

阿拉善地处甘肃河西和宁夏银川商品粮基地的交汇处，在一方水产不了一公斤粮食的今

天，是否还需要进行大田粮食与饲料的生产，值得反思。在此，我们作一个简单的推算：在阿盟一亩日光温室的产值在2～4万元，灌溉定额不超过1000立方米，单位用水产值在20～40元/立方米之间，可以换回10～20公斤粮食或更多的饲料。那么，在极度缺水的阿拉善，买粮的实质就是高价买水。正因为如此，阿盟的产业选择有可能且必须围绕着高效用水来进行。

(4)群众的实践为沙产业的发展提供了坚实的基础。

通过多年的努力，人工种植梭梭接种苁蓉、锁阳人工接种、沙葱和沙芥人工种植等开发利用沙生植物的关键技术已获成功并被广大农牧民所掌握。苁蓉、锁阳等沙生药材资源开发，沙葱和沙芥等天然绿色植物的产品初加工和市场开拓都取得了一定的进展。目前，阿盟已形成了年产苁蓉酒1000吨、苁蓉养肾液500吨、锁阳清酒300吨的生产能力，沙产业有了较好的基础。兰太生物工程公司(我国首家大规模生产天然胡萝卜素的企业)建成5万平方米盐藻养殖池，形成年产盐藻粉20吨的生产能力，并先后研制出了天然胡萝卜素晶体油悬浮液、口服液和胶丸等高科技系列产品；建成年生产150吨的卤虫加工厂一座，卤虫人工精养面积达到2000亩，自然养殖面积达到2万亩。

在以前，阿拉善地区的蔬菜问题主要依靠从周边地区输入来解决，尤其是在临近冬季，各单位都要组织车辆到周边地区拉运蔬菜，家家户户储菜过冬。当时，人们很难想象有一天阿盟的蔬菜也能进入银川。后来，由于一些民营企业如明洲公司和丰源公司等的介入，在巴彦浩特周围发展日光温室，种植高品质蔬菜，不但解决了当地居民和宾馆的餐桌用菜问题，而且实现了阿拉善高品质蔬菜销售银川、兰州、西安等大中城市的梦想，还为农牧民的脱贫致富找到了产业发展新方向。该产业的进一步发展，有可能为阿拉善地区丰富阳光资源和有限水资源的高效利用提供新的出路，有可能使“以色列阳光农业模式”在我国西北干旱地区的区域经济发展中获得成功，而首先使阿拉善地区受益。

沙产业挖掘绿色植物光合效率的最大潜力，寄托在高新技术的运用上。现代科学技术和管理技术的运用，构成了沙产业的核心。中国沙产业基金管委会在认定沙产业时，有四条标准，即：一要看太阳能的转化效率，二要看知识密集程度，三要看是否与市场接轨，四要看是否保护环境和坚持可持续发展。阿盟实践证明，沙产业不仅提供了重新认识沙漠戈壁的理论基础，开辟了人类新的生存空间；而且也是对农牧业的传统认识的一个挑战，有利于将沙区农牧业由简单、粗放的低投入劳动密集型，升华为劳动-资本-知识密集型。我们相信，沙产业理论的实践与“转移发展战略”的有机结合，必将为阿拉善地区农牧区社会经济发展注入新的活力。

二　沙产业发展中必须解决的几个问题

1. 提高对沙产业的认识

“深入实施转移发展战略，加大生态建设和基础建设力度，推进工业化、城镇化和农牧业产业进程，实现人均经济指标走进自治区前列”，这是阿盟盟委、行署提出的近几年工作目标。党的十六大和自治区七大召开以来，受自治区主要领导的启发，在近期工作目标中，又提出“要做大经济总量”。所有这些，既是对阿盟工作的鞭策，也是对阿盟工作的考验。最近几年，在上述方针的指引下，阿盟的经济发展已经步入快车道。尽管农牧业经济占经济总量的比重逐年下降，但“农牧业是社会稳定和经济发展的根本”绝不能动摇。在全面建设小康社会的过程中，相对落后的农牧区是工作的难点和重点，农牧民的收入提高渠道还有待于进一步拓宽。为此，提

高农牧业产业化水平是必由之路。而对于阿拉善来讲，农牧业产业化的实质就是沙产业。

因此，在阿拉善地区的生态建设和农牧区发展过程中，沙产业和转移发展战略具有同等重要的地位，其关键是如何将深入实施转移发展战略与沙产业发展有机地结合起来。这就要求，各级政府和农牧区群众，在充分认识到转移发展战略对阿拉善具有重大战略意义的基础上，提高对发展沙产业的认识，并致力于沙产业的发展。

2. 立足资源优势重点突破

阿拉善地区具备发展沙产业的资源很多，但我们不可能一蹴而就，而必须选择重点，真正做大做强。2002 年 10 月，参加在北京举办的内蒙古农畜产品展览会时，我就有这样一个感受：阿拉善地区的产品很多，也很有特色。但是，如果真有一个较大的商家提出订单，我们就肯定面临着“没有产品”的尴尬境地。根据“有所为，有所不为”的原则，选择技术成熟、易于为农牧民所掌握、有较大市场前景的产业，是当前的一个重要问题。

就阿拉善目前的情况看，发展设施绿色农业，进而发展成为具备较大规模的有机农业是其首选。这是因为阿拉善的土地和阳光是别的地区所无法替代的，其产品的品质也得到了市场的公认。其次，重点发展苁蓉、锁阳产业，但必须跨出“营养保健酒”的桎梏圈子，应当尽快进入制药领域，从而扩大原材料的利用，扩大对农牧区经济的拉动效果。其三，做大盐藻和卤虫产业，兰太公司是阿盟唯一的上市公司，具备较强的资金和技术实力，只要将市场问题解决好，即可以获得较大的发展。上述三个产业已在阿拉善具备较强的基础，特别是龙头企业的参与，可以较好地延伸产业链条，提高产品附加值，也可以通过经济杠杆的作用将传统上分散经营的农牧民组织起来，统一进入市场，并发展成为国家级的特色产业基地。

3. 在遵循党在农村基本政策的框架下，寻求政策创新

阿拉善盟委、行署将在“实施转移发展过程中，消除城乡二元结构，实现城乡一体化”、“让从沙漠戈壁地区转移出来的农牧民，享受城镇居民的待遇”，这是对十六届三中全会党中央提出的“统筹城乡经济”方针的一个具体实践。

在城镇周边地区，通过发展以日光温室为主导的“城郊型”沙产业，不仅可以让农牧民享受现代文明的成就，而且可以将沙产业发展与城镇下岗再就业工程结合起来，拓宽就业渠道。当然，这里就面临着许多的政策创新、管理创新等问题，包括土地与草场的流转、城乡居民的岗位教育等，均需在实施过程中逐步加以研究解决。

4. 正确发挥政府在沙产业发展过程中的引导作用

鉴于内地一些地区在实施“逼民致富”过程中的教训，以及阿拉善地区在产业化发展过程中所走的一些弯路，特别是一些地区，出于让农牧民迅速致富的心理，往往因一些很好的项目变成“政绩工程”，而伤害农牧民的感情。这里特别强调要“如何正确发挥政府在沙产业发展中的引导作用”。政府应当将着力点放在优化投资环境、吸引龙头企业、通过基础教育和岗位教育等提高居民素质和劳动力素质等方面，并在产业发展过程中提供农牧民和企业利益保障的政策环境与氛围。

三 结论

今年以来,自治区党政领导多次到阿拉善视察,提出了对阿拉善的"发展目标、发展优势、发展重点再认识"的要求。最近几年,阿拉善的人均经济指标已进入自治区前列,基础设施显著改善,农牧民人均收入大幅度提高,对外开放进入实质性阶段等,标志着阿拉善的经济发展已经步入快车道。如何在深入实施转移发展战略过程中,进一步巩固农牧业的根本地位,拓宽农牧民的增收渠道,是阿拉善各级政府面临的重大问题。

阿拉善地区的资源环境条件,决定了这里农牧区经济和社会发展应当走自己的道路。也就是,立足于区位优势,充分利用地处河西经济带与呼包银经济带交汇处及对外开放西北地区前沿阵地的优势,通过深入实施转移发展战略,大力发展沙产业,在结构调整中,实现阿盟社会经济的跨越式发展。

作者简介:

龚家栋,男,汉族,1962 年 11 月出生,四川蓬溪县人,兰州大学自然地理科学专业毕业,研究生理学博士。曾任阿拉善盟副盟长。现任内蒙古自治区林业厅副厅长、党组成员。

立足甘草项目　开拓沙草产业

张双旺



内蒙古有四大沙漠、四大沙地，沙漠占全国沙漠面积的一半。用产业化的思路治理沙漠、改变生态环境、发展地方经济、帮助农牧民脱贫致富，是贯彻十六大的要求，也是西部大开发的目标。只有把生态搞好了，才能让当地老百姓生存下来、生活下去。如果沙化继续，草场退化，则当地农牧民群众生活越来越不行。因此，治理沙漠，改变当地的环境，已成为荒漠化地区的当务之急。龙头企业要有使命感，党政领导及有关单位要对龙头企业大力支持。这也是我们为什么以开发甘草项目作为发展沙产业的出发点的原因。

甘草，号称中草药之王，《本草纲目》将其列为百药之首。鄂尔多斯地区的梁外甘草历来有名。为什么在过去几十年，甘草一直没有人去重视和开发呢？一是只挖不种，掠夺性开采，管得不严；二是按产业种植，鼓励政策不配套，物质回报没保障，属风险性投资。因而土地沙化，草场退化，不治不行，没有效益的治也不行。因此，我们搞甘草基地建设，就是通过开发甘草资源，发展沙草产业。现在，我们已经建设了 4 万亩甘草基地，开始了这方面的尝试。

我们认为，著名科学家钱学森沙产业草产业理论的核心，是利用太阳能，通过生物，创造财富。要应用一切现代科学技术，寓保护、治理沙漠于科学开发之中。我们要研究怎么才能有效益：既有生态效益，又有经济效益。防沙治沙用沙，是改变生态环境的最好办法。在鄂尔多斯，种沙柳、柠条、羊柴、沙枣，过去主要是为了治沙、防沙。虽然有生态效益，但经济效益不大。产下的沙柳、柠条，除了喂牛羊，变不成什么。要改变老做法，就得有新思路。这次我们研究，只有通过种植、加工甘草，把甘草产业做大，发展生物高科，打造绿色品牌，才有市场竞争力。不只是防风固沙。我们还要搞一些综合措施，多用适合当地的乡土树种：如沙枣、沙柳、柠条，这样改变了小气候，也改变了小环境。把生态效益和经济效益结合起来，找出解决问题的新办法。因此，我们先搞 4 万亩甘草基地，开发沙草产业，进行基础设施建设，先后投资4600万元。经过 6 年的努力，现在基地已建成配套喷灌设备 61 套、架设输电线路 77.6 公里、安装了输电变压器 20 台，建成围栏 64.9 公里，搞了苗圃和配套防护林带的建设，小环境的治理基本完成。

我们理解的沙产业、草产业，简单地说就是“绿化＋产业化”。我们十分重视甘草种植的集约化。天然甘草的开发一亩地产出 0.12～0.2 吨之间，产量很低。我们采取公司种植和农牧

户承包种植相结合的办法,可以产到1～1.5吨,比天然的可提高5～7倍。5年之后,要把现在的甘草基地建成一个田园式的、精耕细作的、高产稳产的企业。把这个地方的林带保护、生态建设、防风固沙的措施进一步改进。而且,使基地成为一个以甘草为主、其他中药材为辅的、科技含量高的基地,以保证甘草资源的可持续发展和利用。

钱学森院士的沙产业是知识密集型的、高科技的,不同于传统的一套。我们不会把甘草的事情停留在采伐、卖原料上,要突出深加工,把甘草的精华提炼出来。为此,早在6年前,我们就与兰州大学的教授合作,研发出一种新产品——异甘草素。现在正致力于用异甘草素的有效成分研发抗癌、抗艾滋病毒的药剂。而且,我们的产品在质量、纯度上要优于其他国家(日本)。我们现在的最大难点是如何开发市场?现在我们自主开发的"进膳进美"甘草纤素已经面市,正在开发的以甘草为主的系列保健品、药品也将陆续进入市场。因此,把异甘草素作为后续产品,经2～3年努力之后,使之成为受市场欢迎的一类药品。目前,甘草纤素市场反映不错。

现在国家非常重视沙产业,自治区的领导也很支持,而我们企业更要支持。它的高投入需要高回报取得平衡。要先"点"后"面",探索规律。我们想把4万亩甘草基地建设成为"内蒙古沙产业、草产业的示范点",搞出点成绩来。

江泽民同志说:"内蒙古是我国北方的一道天然生态屏障。这里的生态如何,不仅关系内蒙古各族群众的生存和发展,也关系华北、东北、西北生态环境的保护和改善,意义和责任十分重大,一定要搞好。"

我们知道,在内蒙古搞好治沙用沙,是一项长期的工程,短期很难见到效益,特别在产业化的起步阶段,不会有经济效益。尤其是在初期、中期,非常需要龙头企业渡过这个"高门槛"。等到缺水、缺肥的生荒地逐步变成熟地了,药材成活率、更新率有保证了,产品加工上市了,巨大的投入有了物质回报了,良性循环才会逐步形成,"沙漠增绿、农牧民增收、企业增效"才会逐步实现。以后生态改变了,环境改变了,北疆的绿色屏障构筑起来了,农牧民脱贫致富了,全面实现小康了,沙产业、草产业才算达到目的,有了说服力了。

钱老说得对,沙产业、草产业是一项系统工程,是一项艰巨的、光荣的、造福人民的工程。它的关键是产业链条要长,从种植、收获、粗加工、深加工直到精加工,衡量的天平和后盾就是市场和效益。

我们的决心和方向是立足甘草项目,开拓沙、草产业。希望北京专家来我们集团考察,帮助我们分析提高,指导内蒙古沙产业、草产业的深化,请协会向国家和上级呼吁制定这方面的鼓励政策,向有关方面反映这方面的问题,使我们的西部家园早日绿起来、富起来。

作者简介:

张双旺,男,汉族,1943年6月出生,陕西省府谷县人,1960年12月毕业于内蒙古二轻工业学校统计专业,高级经济师,全国劳动模范。现任伊泰投资有限责任公司董事长,伊泰集团有限公司董事长。曾任伊盟煤炭集团公司党委书记、董事长、总经理,伊泰煤炭股份有限公司董事长、总经理,伊泰准东铁路公司董事长,伊泰集团有限公司党委书记、董事长、总经理。

发展沙区农户小型风电、光电上网供电系统

——以石羊河流域和民勤为例

宁杨锁　魏万进



钱学森是伟大的人民科学家，为中国研制“两弹一星”立下永垂青史的功勋。他当年在酒泉卫星发射中心工作时，看到沙漠地区生态环境的退化和当地人民群众生活的艰辛，思考如何用科学技术来解决生态问题，帮助群众脱贫致富。他集成广博的科技知识，提出了“沙产业”的设想。钱学森在对沙产业概念的阐述中，多次提出应用沙区太阳能、风能。在《创建农业型知识密集型产业》的学术报告中，他说：“沙漠戈壁有充足的阳光，可以直接用太阳能电池来发电，沙漠戈壁的风力资源也很大，可以利用来发电。这可以是一项非常重大的产业，但都是直接利用太阳能，没有通过植物的光合作用，不属于农业型的生产。”钱学森对在沙漠戈壁上充分利用太阳能，对于在沙产业中发展风电、光电的重要作用，给予了高度重视。按照钱学森在沙漠戈壁中发展风电、光电的设想。本文提出沙区发展农户小型风电、光电上网系统。促进西北干旱和半干旱地区新能源建设，生态文明建设和农村小康社会建设。

水资源短缺是内陆河流域传统农业经济发展的最大制约，也是内陆河下游生态恶化的根本原因；水资源日趋缺乏的沙区，同时拥有丰富的太阳能、风能资源，这是沙区特有的优势。建议发展沙区农户小型风电、光电上网供电系统，让沙区的农户利用风能资源、光能资源产生成电能产品，从上网售电中得到可观的经济收入，从而用科技和经济方式促进关井压田，减少农业生产对水资源的消耗，推进退耕还林、退耕还草、加速内陆河下游生态恶化区地下水位的回升，加快生态环境的恢复改善。

一　水资源不足是河西沙区问题的根源

甘肃河西沙区属于温带干旱荒漠和暖温带极端干旱荒漠。北有腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠，西有库姆塔格沙漠，风线长达1200公里。河西地区总土地面积 27.48 万平方公里，其中，沙漠戈壁 14.03 万平方公里，占总面积的 51％。由发源于南部祁连山的疏勒河、黑河、石羊河三条内陆河水系形式的沉积平原和流经戈壁沙漠中形成的条块状绿洲，就是河西沙区农业生态区。河西地区的年平均降水量 157.9 mm，是全省年平均降水量 405.5 mm 的 38％，而年平均蒸发量为2000～3000 mm 以上，是全国最干旱的地区之一。因而，河西走廊农业生态区是一

个没有灌溉就没有生态绿洲，没有灌溉就没有农业的地区。

由于人口的自然增长必然引起对耕地需求的扩大，在祁连山的水资源总量没有增加的情况下，上、中游人口和耕地的增长必然会减少流到下游的地表径流水量和地下潜流水量，使部分土地弃耕荒芜。更为严重的是，由于下流可用水量的减少，内陆河靠季节性河水补充维系的末端河道断流萎缩，终端的尾闾湖由于没有河水的补充湖面逐渐缩小，甚至消亡逆变成干旱的盐碱滩。目前河西的三条内陆河都不同程度地出现了生态危机：疏勒河水系中，著名的月牙泉面积由 22 亩一度下降为仅 8 亩，水深由 7.5 m 一度下降到不足 1 m；黑河下泄水量减少，致使下游内蒙古额吉纳旗段河道断流，居延海干涸，后来，黑水每年向额吉纳旗下泄 8 亿 m^3 河水，才使下游河道两岸胡杨林恢复了生机，但下泄河水后，中游张掖周边的部分湿地消失；经石羊河进入民勤的地表水由上世纪 50 年代的 5 亿 m^3 减少到不到 1 亿 m^3，致使所有的湿地湖泽干涸，十多年来，湖区 10 万人口中，已有 3 万人因生态环境恶化而离开故土，外出谋生。

以上情况表明，在水资源不足的河西内陆河沙区，以传统农业推动社会经济发展的方式已不能可持续地维持下去。需要努力探寻农村经济增长，农民收入增加，生态环境能恢复和改善的新生产方式。

二　河西沙区有丰富的太阳能光热资源，正在建造为我国最大的风电、光电清洁能源基地

河西沙区也是全国日照时数最长，年总辐射量最大的区域之一，年总辐照量6100 MJ/m^2，仅次于内蒙古西部的6360 MJ/m^2 和西藏的7450 MJ/m^2。太阳光照时间年均达3000～3300小时，光能资源丰富。用形象的数据表述，河西沙区每年每平方米获得的太阳光能量相当于 180 升汽油或 360 公斤原煤。相当于在地面上铺了一层深 180 mm 的油层或 400 mm 厚的煤层，是“天然油海”和“露天煤矿”。这是大自然给缺水、干旱、欠发达沙区水资源紧缺的补偿，是沙区非农业发展富裕的资源，是当地居民致富的希望。

早在 1984 年，甘肃榆中县就安装了全省第一套太阳能光电机组，将太阳光能转变为电力。但因为当时工业排放的二氧化碳对全球气候的影响还没有近年严重，对太阳能发电的需求没有近年迫切，也因为太阳能光电技术还不成熟，光电成本太高，无法普遍应用。直到 2008 年 12 月 19 日，我国第一个沙区并网大唐武威光能电站，在武威市城东科技示范区建成投产。光能产生的电流，通过逆向变压，并入 10 千伏电网。总规模装机容量1000千瓦，一期建设装机容量 500 千瓦，年发电量约 85 万千瓦时。

三　发展沙区农户小型风电、光电上网供电系统的设想及技术、经济、生态分析

目前，在河西沙区建设和将要建设的风电、光电，几乎都是大型企业集团投资。在努力兴建大型、中型风电、光电项目的同时，建议发展沙区农户小型风电、光电上网供电系统。这里的小型风电、光电是指 5～20 千瓦的风电机组。为简单明了，仅以 10 千瓦机组为例论述。

设建10千瓦风电机组的技术条件，同大型风电机组相同（实际要低一些），10千瓦机组投资7万元，每年发电时间2000～2300小时，年发电量20000～23000千瓦时，上网电价按不同风资源分级为0.48～0.62元，加上碳交易约每千瓦时价格0.03元，1千瓦时上网售电收入粗略视为0.6元。则10千瓦机组年收入为12000～13800元，又假定农户上网小型风电是为了增加农民经济收入，减小农田用水，保护恢复生态环境的目标，可视为农产品免税；又假定机组运行成本为10%，则每家农户每年可得纯收入10800～11620元。我省农民人均纯收入中，农业得到的比例约占60%，民勤县农民户均4.6人，2008年农民人均纯收入4000余元，则每户农民全家从农业中得到的纯收入为11040元。即是说，仅从风电中的收入就同目前民勤农民从亩均耗水600 m^3，人均耗水2000 m^3 所得到的收入相当。从水当量同经济收入当量互换的观点，就是建造一台10千瓦小型风电机组，就相当于少耗水9000 m^3。再以古浪县为例，2008年，农民人均纯收入中，农业收入是1320元，每家农户4.5人，全家从事农业得到的纯收入近6000元，假定一家农户有一台10千瓦的风电机组，从风电中得到的收入相当于每家农户从农业中得到经济收入的2倍左右。设想民勤县有一半的农户拥有风电、光电机组10千瓦，即使少播种现在的一半耕地，也可以有现在1.5倍的农民人均纯收入，少耗用全县1/4的农业用水，若按前几年的农业用水计算，则可以少耗用1.45亿 m^3 的地表水和地下水。相当于《石羊河流域重点治理规划》中从凉州区西营河和永昌县西大河向下游民勤县每年输水量（1.4亿 m^3）。

农户小型风电、光电上网供电系统，在技术上是完全可行的。在德国、日本、英国都有鼓励绿色能源的政策和实用的小型发电设备，并且能并入电网。

2007年9月18～21日中国风能协会、中国农机协会风能设备分会，中国农业能源行业协会小型电源专业委员会，在北京联合举办了《小型风力发电系统等分布式供电系统技术研讨会》。交流研讨小型风力发电，小型风光互补发电等分布式电源系统技术，推动其应用发展。会议建议："政府要高度重视分布式电源的建设与发展。采用分布式供电方式将小型风电在电网终端用户处接入电网，采用净值计量法计算电费。不仅使小型、分散，有效清洁的可再生能源资源得到合理利用，而且使发展再生能源与农村经济发展联系起来，增加这些地区牧民的收入，还可以供电回本。这种供电方式在欧美发展很快，是今后发展的方向。"[1]

此前，中国风能协会负责人就建议："开创个体（或合伙）办风电的新兴市场，采用丹麦和德国的模式，分散建设，推广风能利用。"德国和丹麦的风电场"绝大多数是农民购买10千瓦机组就近上网，农民靠向电网卖电获得收益"。[2]

"我国曾宣布到2000年年底风电装机容量达到100万千瓦，但这个目标整整延迟了五年。"专家认为："仅靠几个国有大公司无益于风电市场化"，"建议开创个体（或合作集资）办风电的新兴市场"。"适宜推广风力发电的条件是：农村电网足够强，电网公司允许个体风电机组上网。""政府要真正把优惠政策给农民。"[3]

虽然，目前光电成本高一些。就每千瓦机组成本，光电是风电的一倍一点，但光电示范电站的上网电价是风电的一倍低一点。二者相差不多，我国太阳电池组件新技术的成果，"将使太阳能发电成本在三年内接近火电成本"。这将使光伏发电上网电价降到每千瓦时0.65元人民币。[4]以非农沙产业来实现民勤县"压缩灌面积，减少农田用水量；关停部分机井，控制地下水开采量"等治理措施的实施和治理目标的实现。引述以上资料的原文，以此证明：发展农户小型风电、光电上网供电系统，在技术上是完全可以的，是未来发展的方向。

甘肃省太阳能和风能资源十分丰富，且有很强的互补性，特别有利于建设风力发电与太阳

能光伏发电互补发电系统。互补发电可均衡地满足用电需求。在干旱缺水的沙区，应该鼓励发展农户型小型风电、光电上网供电系统，以让沙区农民富起来，让农业用水降下来，让沙区生态恢复起来。

参考文献：

[1] 家用风力发电机风行英伦[N]. 参考消息，2007－01－01.
[2] 美国：风力发电再次兴起[N]. 参考消息，2008－01－23.
[3] 小型风力发电系统研讨会在京召开[J]. 中国风能，2007(3).
[4] 专家：仅靠几个国有大公司无益风电市场化[N]. 中国青年报，2006－02－15.

作者简介：

宁杨锁，男，1942 年 8 月出生，山西省万荣县人，华北工业学院（现太原机械学院）化学系毕业，大学本科学历，高级工程师。现任甘肃宁氏实业有限责任公司董事长，甘肃省扶贫基金会副理事长，甘肃晋商商业联合会会长，甘肃省可持续发展委员会副会长，甘肃省工商联、省慈善总会委员，兰州市第九至十二届政协委员。

宁杨锁同志发明的 7620 高能炸药，获得国家科技大会成果奖，研究开发的 75％甘草酸粉，85％～98％纯度的格莱林素，为我国甘草深加工做出了重大贡献。他的主要著作《脂肪族和脂环族硝基化合物化学》、《硝基和亚硝基化学》在业界获得好评和认可，其业绩已收入《中国当代科技专家大典》和《中国专家名人词典》。

魏万进，男，1946 年出生，四川省彭州市人，1970 年西安交通大学毕业，高级工程师、兼职教授。甘肃省武威地区行署专员，甘肃省国防科技工业办公室主任，甘肃省科学技术协会党组书记、第一副主席，甘肃省政协科教文卫委员会副主任。现任甘肃省沙草产业协会会长。曾在国家级报刊发表过十多篇学术论文和作品。在西安交通大学、兰州大学等高校作过专场学术报告，在国内学术会议和论坛上作过数十次特邀学术报告和发言。

汉森的沙草产业之路

撖建平　薛晓先



我国有三分之一的沙漠和荒漠化土地，4 亿人口生活在受荒漠化（主要是沙漠化）影响的地区。长期以来，人类对沙漠的认识就是干旱少雨、风沙肆虐、寸草不生，以至于沙漠成了“不毛之地”的代名词。惯常的认知是，沙漠不仅没有开发利用的价值，而且是农林生产的一大危害，是人类生存与发展的“天敌”。鉴于此，人类一直以来对沙漠的看法是消极的，行动也是无奈的、被动的。

1984 年以来，我国著名科学家钱学森针对西部干旱地区的特殊自然规律，提出了“沙产业”理论，即在不毛之地搞农业生产，在沙漠戈壁开发出新的、历史上从来未有过的大农业。他提出的技术路线是“多采光、少用水、新技术、高效益”，预言知识密集型的农、林、草、海、沙五大产业，将在 21 世纪掀起第六次产业革命。内蒙古汉森酒业集团在过去十年的沙漠葡萄新型产业发展过程中，正是践行了钱老沙草产业的理念，才取得了明显成绩的。

内蒙古汉森酒业集团是从 2001 年开始在贺兰山北麓、乌海市周边的沙漠中进行沙地葡萄的种植。10 年的实践证明，钱学森先生提出的“沙草产业理论”高屋建瓴、行之有效，既是人类揭示自然规律的科学认识，更是对传统防风固沙理念的一次革命。我们通过沙漠种植基地的建设、以色列根系滴灌与施肥系统的引进、牧草与葡萄混种等实践，摸索出来的一些有益尝试和成功经验，有力地证明按钱老提倡的沙草产业理论，发展沙漠绿色有机农业，大有可为。

一　更新观念，创新思维，用沙草产业理念指导沙地葡萄种植

内蒙古乌海市地处乌兰布和、库布齐两大沙漠和毛乌素沙地的交汇处，属于我国沙区五个类型中的干旱沙漠边缘及绿洲类型区。乌海西临乌兰布和沙漠，北距库布齐沙漠 50 公里，南距毛乌素沙地 70 余公里，处在沙漠的包围之中，是内蒙古乃至全国沙漠化较严重的城市之一，沙化面积占全市土地总面积的 80%以上。

随着全球气候变暖，沙漠活性增强，乌兰布和沙漠东侵南移的速度加快，对乌海市的生态安全构成了严重威胁。乌海年平均降雨量为 160 毫米左右，蒸发量达3481毫米，是降水量的 21 倍。乌海市干旱、大风发生频繁，持续时间长，危害范围广。这些危害是客观存在，但如何变害为利，变“沙漠治理”为“沙漠利用”，是乌海人一直在破解的一道难题。

经过多年的探索，尤其是在钱学森先生“沙产业”理论的指导下，我们发现了沙漠环境的二重性：伴随这些劣势，同时也并存着发展地区性沙漠绿色、有机农业，即沙地葡萄产业的优势。但关键在于找到突破口。

乌海市地处北纬39度，具有暖温带大陆性气候，太阳辐射强、日照时间长、昼夜温差大，属于世界优质葡萄生长的黄金地带。虽然这里风沙天气多，年降雨量少，但光热资源丰富，只要解决了水资源的瓶颈，由于干旱少雨，沙漠性的干燥气候条件没有任何病虫害，最适合优质葡萄的生长，因此这里的条件被国内外葡萄种植专家认为是我国“极具发展潜力的葡萄优势栽培区域”。

无独有偶，乌海市的特殊地理环境和土质对于葡萄的生长可谓是“情有独钟”。自从20世纪50年代末建市以来，来自全国各地的人们偶然栽下的葡萄，竟然有着与其他地方完全不同的甘甜口感。到了20世纪末，乌海的鲜食葡萄已经作为当地的名品享誉区内外了。

进入21世纪之后，在汉森酒业的带动下，乌海市开始了沙地葡萄的种植实践。现在，乌海市已有1.8万亩葡萄种植基地，年产1200万公斤，成为乌海市农业增效、农区增收的支柱产业，也是内蒙古葡萄栽培面积较大、效益较好的葡萄生产基地之一。乌海市的“无核白”葡萄在1995年第二届中国农业博览会上获金奖，在1997年第三届中国农业博览会上被认定为名牌产品，2000年被内蒙古人民政府认定为名牌农畜产品，2008年乌海市葡萄生产基地被评为全国优质葡萄生产基地，主栽品种“无核白”和“红地球”获中华名果称号。目前，乌海的食用葡萄产品供不应求，品牌越来越响亮。

乌海市在沙地葡萄种植上的初步成功实践，对大力开发沙产业有诸多启示，其中最重要的一条就是要更新观念，摒弃“以沙为害”等传统思维定势，用新理念、新技术变“沙害”为“沙利”。基于这样的认识，我们再审视内蒙古境内沿黄河两岸的阿拉善盟、乌海市、鄂尔多斯市、巴彦淖尔市等沙漠地区时发现，这里也有着发展沙产业绿色种植业的明显优势。

在区位优势方面，乌海周边地区具有沙漠、沙区、戈壁、黄河水源、干旱风沙气候等地理优势，利用这些优势可大力发展优质葡萄产业，从而形成生态、经济、社会全面协调、可持续发展的集聚效应。

在产业优势方面，2008年1月，胡锦涛总书记看望钱学森同志时讲道：“前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展的很好，沙生植物加工搞起来了，生态正在得到恢复，人民生活水平有了明显提高。钱老，您的设想正在变成现实。”胡锦涛总书记的重要讲话精神，为发展沙产业指明了方向，并对沙产业有着强大的推动作用，是对内蒙古开发沙产业的巨大鼓舞。我们更新观念，就是要充分利用好这些优势，并创造出良好效益，就是要充分认识到开发沙产业绿色植物大有可为，前景广阔。

在这样的大背景下，汉森酒业在多年的优质有机酿酒葡萄种植经验的基础上，开始新的拓展，要开辟十万亩优质沙地葡萄，为汉森有机红酒系列提供优质的标准化原料基地。

二 品牌引领，产业造势，形成沙草产业发展良好环境

经过了10年奋战，汉森酒业虽然在乌海周边地区建成了“沙漠有机葡萄种植基地”，发展有了良好的开头，但毕竟“小荷才露尖尖角”，尚处于“幼稚产业”阶段。迫切需要进一步落实科学发展观，确立“打造软实力、提高竞争力”的观点，让沙草产业融入到建设环境友好型、资源节

约型的世纪绿色战略中来。

首先是品牌引领。汉森酒业在抓好自有沙地葡萄种植基地建设的同时，加大对汉森葡萄酒系列产品的技术投入和品牌塑造。从2006年开始，以汉森葡萄酒系列开始参加国内外的红酒类别的大赛，先后多次夺得国内外金奖、银奖。同时，加大科技投入和技术与专业设备投入，从国内外引进人才与技术设备，在老酒厂的基础上于2008年投资上亿元资金，建成了现在的汉森酒庄。既有年生产5000吨原酒能力的现代化葡萄酒发酵与酿造车间，又有中国西部最大的地下恒温酒窖，成为符合国际标准的“3＋1”葡萄酒庄，即酿酒葡萄种植园、葡萄酒厂、地下酒窖加高档葡萄酒会所，使汉森有机葡萄酒系列品牌在社会上有了知名度。为了适应水涨船高的新形势，扩大和拓展优质酿酒葡萄种植基地就势在必行。从2011年开始，全国第七批酿酒葡萄标准化种植示范区在乌海建立，汉森成为该示范区的重点扶持单位。

二是政府主导。在品牌引领之后，由乌海市政协和海渤湾区牵头，从宏观规划和政策服务入手，对汉森以沙草产业为基础的沙地葡萄种植加大了支持力度。乌海市党委政府在绿色沙草产业的战略布局上敢为人先，实事求是，表现出大手笔，不但制定了超前的发展规划，而且制定出台了可行的地区性指导发展沙产业计划和分类、分期实施的周期性工作推进的具体安排，切实取得了“政府主导、协会指导、全社会大规模参与”的综合推进效应。

三是制定措施，整合资源，用优惠政策帮助葡萄产业健康发展。沙产业属于门槛高、投入大、周期长、见效慢、公益性强的“退耕还林，退牧还草”后续新型主导产业，是脆弱环境里的脆弱经济，需要国家纳入经济和社会发展的大计划，需要有关部门在交通设施、沙产业税收政策、对外贸易渠道、金融信贷等方面给予更多的支持。政府认识到，支持龙头企业就是支持农业产业化，因而对汉森酒业这个沙地葡萄种植、酿造有机红酒、奉献健康产品的龙头企业尽力扶持。我们注意到，钱学森2001年5月30日在给内蒙古政协委员赵永亮和政协专家郝诚之的信中指出，沙产业的目标是“达到沙漠增绿、农牧民增收、企业增效的良性循环”，多次强调技术路线是“多采光、少用水、新技术、高效益”。为打造面向世界的中国民族品牌，汉森的沙漠葡萄和优质红酒事业吸引了来自法国的著名红酒品鉴大师布鲁诺夫妇。他们从2010年上海世博会上品尝到汉森干红之后，赞不绝口，主动要求加盟汉森，愿意把他们认为“最美妙的沙漠佳酿”介绍到法国和世界上去。

三　理性总结，开拓创新，探索沙漠有机发展模式

我们越来越认识到，钱学森倡导的沙草产业是以实践为基础，以系统工程思想整合的“阳光农业体系”和“绿色产业集群”。采用现代思维、现代科技、现代管理的一系列新成果，用“草畜工贸四结合”、“农工贸一体化”的产业链，推动规模化、集团化、市场化、集约化，向市场要效益，为沙区百姓谋福祉。

目前汉森酒业以乌海市为中心，在周边的巴彦淖尔市、鄂尔多斯市境内开辟了近5万亩葡萄种植基地。阶段性目标是：以林草为屏障，营造小生境和微环境；以葡萄为主，间种其他粮食作物。现已种植杨树、沙柳、柠条、梭梭，并形成了乔灌结合的防风林带和以灌等沙生植物为主的葡萄垄间隔离带。钱学森建议以以色列的沙产业技术为借鉴，我们在节水灌溉方面，一直采用以色列的滴灌技术与设备，使单位面积的耗水量下降了50%以上。同时在滴灌时使用水肥灌溉法，即用“肥料罐”，将灌溉与施肥同时进行，使施肥方便、快捷，节省了资金和劳动力投入，

降低了耕种的生产成本。从目前来看，这种方式“一举两得”：一方面取得了可观的经济效益，另一方面起到了防风固沙的生态效益。

汉森酒业还将建立“汉森-乌珠慕(蒙古语葡萄)循环经济示范园”，探索循环经济试验示范模式。在示范园内，以沙地绿色有机葡萄的种植、葡萄酒的酿制生产为核心，将酿酒下脚料作为饲料添加剂，结合葡萄园的间种牧草，成为优质杂交羔羊的饲料；人畜的粪便进入沼气池，补充工业与生活能源，结合风能与太阳能发电，使园区的能源消耗将降低到正常的30%以下；沼气产生的底肥将是最好的有机肥料，又循环进入连栋鲜食葡萄大棚，形成一个完整的绿色有机循环经济链。

在沙漠地区，汉森还将采用简单又普遍使用的模式——地膜覆盖技术。在干旱、高蒸发区给小麦、玉米、棉花、甜菜等作物，创造一个地表微环境，大幅度减少水份蒸发、保持温度。为有效应对灾害性气候带来挑战，我们将沿着“绿化-转化-产业化”的新路大胆实践，变不毛之地为新绿洲。

总之，开发沙草产业就是要换一种思维看沙漠资源，变对抗为顺应。充分利用光资源、风资源、沙资源，采用高科技，遏止沙漠化，发展大农业，创造新奇迹。只要我们锲而不舍，科学开拓，沙产业绿色种植就一定大有可为！

参考文献：

[1] 内蒙古沙产业、草产业协会，西安交通大学先进技术研究院．钱学森论沙产业、草产业、林产业[M]．西安：西安交通大学出版社，2009．

[2] 夏日．沙产业、草产业理论是对传统沙漠观和防沙治沙工作的革命．2008．

[3] 齐·达日汗．内蒙古：中国沙产业黑马．

[4] 云高怀．解放思想 实事求是 发挥地区优势 发展优势特色沙草产业．2007．

作者简介：

撖建平，男，1956年出生，内蒙古伊金霍洛旗人，中央党校毕业，大学本科学历，高级经济师。现任内蒙古汉森酒业集团有限公司董事长，乌海市商会副会长，鄂尔多斯商会副会长，内蒙古林业产业协会副会长。曾被授予中国沙产业十大先进人物，中国农产品加工业十大新闻人物，绿色中国年度焦点人物，中国农经十年产业领袖。

薛晓先，蒙古族，1956年5月出生，内蒙古土默特左旗人。1977年考入内蒙古大学生物系动物专业。毕业后留校任教，师从旭日干院士，曾获国家科技进步奖。现任内蒙古大学教授，内蒙古汉森酒业企业文化总监。

荒漠之神的产业实践

邢国良



沙棘起源于白垩纪时期，她在大自然6500万年的漫长选择中一直繁衍到现在，是自然界的一大奇迹。沙棘在荒漠和半荒漠沙地中是唯一能为人和动物大量安全食用的浆果植物，其维护生态平衡的价值是其他植物无可比拟的。从中国唐代到中国现代的医学界都把沙棘列为药典中的药材，其治病效果显著独特，受到学者们的赞誉和应用。沙棘也被联合国确定为治理水土流失、恢复地球植被的先锋树种。说沙棘是荒漠之神当之无愧，她给我们人类贡献的是"奶"，吃的却是"草"，她从来都是俯首默默的守卫着广袤的土地，却从不与人类争地争食。对于这样一种神奇具有综合利用价值的植物进行产业化能否走向辉煌，通过沙棘产业化的经验和实践是否对整个沙产业有所启示，这就是本篇文章所要揭示的内容。

早在20世纪80年代，著名科学家钱学森就提出要创立农业型知识密集的农产业、林产业、草产业、海产业和沙产业的重要思想。我理解沙产业是针对沙漠、荒漠和半荒漠中的地上资源开展科学生产活动所形成的生产能力，沙棘产业就是其中的一部分。内蒙古宇航人公司是在中国首家利用高科技手段对沙棘进行产业化的企业，开发沙棘给我们上的第一课就是市场。

因为沙棘生长在没有污染的环境，人类活动极为稀少的地方，她不像牛奶和小麦那样普通，为商品化的都市人所熟悉。沙棘产品在进入市场的过程中，首先碰到的问题是消费者不知道、不信任，为了获取市场的份额，企业要付出大量的精力去推广普及沙棘的有关概念和知识。如果企业在付出巨大的投入以后不能及时得到回报，企业的资金链就会拉断。许多开发沙棘的企业就是在这样的一种压力下被迫倒闭，成为沙棘产业的先驱。所以开发沙棘就要在企业的发展初期解决好产品、投资规模、市场推广、资金供应四个基本问题，否则经营者很难掌控企业的平衡，即使是意志顽强的企业团队也不容易坚持下去。做沙棘产业一定要做到八个字："量力而行，进退有余"。

大部分荒漠中的落叶植物都属于灌木，这些植物基本具有药食两用的特性，其商业价值极高，可以开发成药品或食品、保健食品。开发以上产品都必须按照国家颁布执行的法规进行，不属于企业独立操作的产品，而且该产品的生产和销售都属于国家严格监控的行业。因此在沙棘产品开发之前必须要有充分的技术储备。许多企业没有从专业角度认真研究沙棘产业的

产品问题，只是从国家对沙棘产业的政策支持方面考虑甚多，为了政府能给资金支持和企业所追求的事业，仓促建设项目，在半知半懂中推进工作，结果导致推向市场的产品不是出质量问题，就是卖点定位不好，产品没有市场竞争力。企业在折腾了一轮运转以后，不得不宣布以前的决策失败，重新认识、重新筹划、重新设计上市产品的一系列方案。企业在反复矫枉的过程中丢失的是资金、人才、时间、自信、有利的机会。所以沙棘产业或沙产业开发有关植物方面的产品，一定要有技术储备和非常专业的技术和市场论证，宁可不上项目，也不要拿宝贵的企业资源去探寻发展道路。

做沙产业一定要对创新树立正确的认识。有的人认为搞沙棘、柠条或其他沙产品是别人从来没有搞过的，属于蓝海战略产业，应该充满信心的去做；其实不然，创新不等于新东西，更不等于从来没有研究过的应用领域。把牛奶用先进的生产线包装成利乐包，这是牛奶产品发展史上的创新。把沙棘果用原始的技术手段压榨成果汁给消费者喝，这决不是创新。正如钱学森院士指出的，沙产业是大农业生产，要建设农工贸一体化的生产基地。它的基础是沙漠半荒漠带植物，产品却一定是能满足人们生活需要的食品、药品或其他用品。我们搞沙产业的企业一定要清楚，做沙产业我们是开拓者是先行的老大，但是在我们涉及的食品、保健食品、药品或其他传统行业里，我们是小兄弟，我们的实力还不值得一提。因此我们更需要集合人才、技术、专业思维，才能在沙产业的拓展中保持创新优势立于不败之地。宇航人公司在中国食用油和保健品行业率先采用超临界二氧化碳萃取技术，成功的塑造了高品质形象，迅速打开了产品销售市场，成为行业的领头兵，被国家工商局评为中国驰名商标，获得美国 FDA、欧盟有机食品、中国有机食品、日本 JAS 认证，成为享誉国内外的名牌产品。这一事实充分说明对沙棘产业创新，一定要找准市场方向，采用先进的技术手段，制造出质量胜过别人的产品才能真正做到创新发展。沙产业与其他产业一样都脱离不了市场竞争的规律。

无论是沙棘产业还是沙产业都存在着以下弱点：对消费市场有影响力的产品极少，历史上科学研究的成果积累少、特别是应用领域的成果更少，专门从事沙产业的人才少，人们在生活中长期使用的消费习惯没有。以上特点就决定了从事沙棘产业将面临翻开新的历史一页，走前人没有走过的路，这是任何产业最艰难的创新之路。更何况沙棘产业所孕育出的产品，还要面对实力强大的有品牌地位的传统中草药健康品和普通的农业类食品。这就好比是一个成长中的儿童，必须要面对与一个巨人竞争的现实，其冷酷和严峻程度可想而知。据沙棘协会统计，1980～1995 年之间，从事沙棘的企业已全部倒闭破产或转行，一大批企业已经变成沙棘产业的“先烈”。国内做沙棘产业要从某一专业或某一点开始逐步扩张产业链，在这一过程中重要的是经营产品品牌和积累企业利润，企业才能做到有张有弛，才能渐渐地做大做强，否则成为“先烈”是必然的结果。

以上所讲的在发展沙棘产业的过程中所遇到的困难和教训，是用金钱买不来的，是那些从事沙棘产业的先驱们用他们的失败换来的经验教训，他们是真正对沙棘产业具有贡献的人，后来的开拓者无论多么成功，都不如他们更具有魅力和耐人寻味。

说了这么多沙棘产业的严峻事实，那么究竟沙棘产业能不能辉煌，还有没有人敢去碰它，我个人认为辉煌是必然的。如果沙棘是“金子”，她永远是闪光的，她的神奇还会吸引更多的企业和有识之士从事这一崇高的产业，因为沙棘产业能给我们人类带来觉醒、良知和健康。

坚持就是胜利，睿智才能成功。随着沙产业理论的不断完善、从事沙产业人士的艰辛奋战，从 1995 年到现在沙棘产业已经取得了令人瞩目的发展，形成了综合开发利用的沙棘产业

链，在中国销售额超过亿元的企业已经有5家，获得著名和驰名商标的企业已经有10家。在这有利的形势下如何发展沙棘产业，以下是我个人的看法。

首先，从事沙棘产业生产经营活动的企业不要害怕同业竞争，只有在竞争中沙棘产业内部才能产生互动，互动才能为沙棘产业占有市场份额创造条件。凡是那些只容自己生存不容别人生存的沙棘企业都是没有远见不懂市场竞争的低能儿。成就沙棘产业需要一个沙棘企业集群，只有培养出这个产业集群，才能在国际市场中与其他产业集群抗衡，才能产生集群的带头企业，才能持久的影响消费者购买沙棘产品。第二是沙棘产业要分析消费趋势，坚定经营沙产业的信心。第三是要培养一支专业知识过硬、学习能力强、敢于实践、热爱沙产业的团队。近几年来由于环境污染，发生在世界各地的食品污染事件是触目惊心的，大量使用农药和化肥使得农产品存在着严重的危害人体健康的残留物，人们从传统的农产品中很难找到纯净的食品原料，人类入口的食品安全遇到了空前的挑战，即使是发达国家提高了控制食品的标准，但毒素入口仍然是防不胜防的事实。空气污染也直接污染了动物和植物，消费者很难再吃到安全无毒的食品。而生长在沙漠和荒漠地区的植物却没有污染，为人类的健康点燃了希望，消费者追求无污染环境的食品越来越强烈。这就为沙棘产业的发展创造了良好的形势，也为提升沙棘产品的知名度创造了宽松的市场环境。2007～2009年日本北海道国家检测中心，对宇航人的沙棘油做了两次400项的农药残留物检测，均没有检出，日本人彻底信服了，宇航人沙棘油进日本市场畅通无阻，深受消费者欢迎。只要我们不懈努力，沙棘产业就会迎来阳光灿烂的那一天。

做沙棘产业应对资源进行培养和保护，野生植物是非常宝贵的，生长慢开发快这是一个规律。培养沙棘资源，企业要敢于花力气和资金，科学地规划种植基地，为农民做好示范工作，在政府的领导下推动农民热爱沙棘、种植沙棘的积极性。企业培训农民如何科学规范地采摘沙棘，不要鼓励个别农民毁灭性的采摘沙棘，对于那些不科学采摘沙棘的农户要加强培训和教育工作。就现有的沙棘资源产量，2013年以后将不能满足生产企业的需求，并且因为资源的减少，一部分企业不得不减少产量或停工停产。所以在荒漠地区发展沙棘种植基地是政府和企业的必然行为，也是大力推广沙产业的目的。发展沙棘种植基地不能沿袭过去传统的观点，以低投入的水平获得大面积的沙棘资源。应把采用现代先进水利设施的种植基地与粗放型的种植基地相结合，充分地利用大自然的条件有效地进行人工强化，促进沙棘种植基地稳步发展，农牧民才有较好的收入。种植沙棘也可以尝试把沙棘与中药材或农作物混交种植，在经济效益上能尽快有所收益，以抵消种植沙棘收益慢的副作用。野生沙棘林应分片分区域按年交替的采摘果实，不能对同一区域的沙棘林年年采摘果实，这样会严重损伤沙棘树的嫩枝，直接影响沙棘生长过程中的光合作用，导致沙棘林萎缩、死亡。总之我们要大量地人工种植沙棘，对珍贵的野生沙棘资源要全面科学地保护。

在荒漠地区生长的野生沙棘林，不仅有良好的环效作用，更主要的是构成该地区生物链的关键环节。在沙棘林中生长栖息着品种较多的动物，比如野兔、野鸡、狍子、狐狸、喜鹊、褐马鸡、蓝马鸡以及其他哺乳类动物和候鸟。这些丰富的动物群与野生沙棘一起，改造了荒漠地区的土壤，有效地防止了水土流失，对于恢复该地区的植被意义十分重大。我们要认真学习钱学森沙产业理论，不能把沙棘产业做成传统的农业产业，那样会严重损害野生资源，沙棘产业也就失去了发展的基础和目的。我们建议政府和民间特别是沙产业业内人士不要把沙产业与乳业和农业相比较，沙产业更要注重品质和规模。沙产业的产品应该售价更高，有的产品胜过黄

金的价格，因为这些在特殊环境中生长的植物是地球上最珍贵的资源，对人类的生存和健康作用是不可估量的，现阶段对其使用价值的开发仅仅是皮毛。我们希望沙棘产业能在沙产业总体发展的过程中发挥其科学的启示作用，以利于沙产业能够在世界经济的发展中显示其独特的光芒，唤起人类对自身生存的觉醒而不是无限制的占有财富。

参考文献：

[1] 内蒙古沙产业、草产业协会，西安交通大学先进技术研究院. 钱学森论沙产业、草产业、林产业[M]. 西安：西安交通大学出版社，2009.

[2] 郝诚之. 对钱学森沙产业、草产业理论的经济学思考//瀚海凭栏——郝诚之作品集[M]. 呼和浩特：内蒙古人民出版社，2003.

[3] 刘恕. 解读沙产业[M]. 北京：科学普及出版社.

[4] 邢国良. 神奇的沙棘[M]. 北京：中国中医药出版社.

作者简介：

邢国良，男，1956年10月出生，内蒙古呼和浩特市人，毕业于内蒙古工业大学化工系，经济管理学硕士，高级工程师，享受国务院特殊津贴专家。现任内蒙古宇航人高技术产业有限责任公司董事长兼总裁，内蒙古沙产业、草产业协会副会长。他长期从事沙棘科研、开发，先后获得内蒙古自治区科技进步一、二、三等奖，被国家人事部和科技部授予“全国科技系统先进工作者”称号，全国五一劳动奖章获得者。

发展科尔沁沙产业的几点思考

徐国兴



奈曼旗地处科尔沁沙地的腹部，总土地面积为1220万亩，其中耕地218万亩。全旗地形地貌为“南山中沙北河川，两山六沙二平原”。旗内沙地占60%，硅砂资源富集，储量约为350亿吨。生活在这片土地上的人们正演绎着让生态增绿、农民增收、企业增效、国家增税的优美乐章，努力实现因沙致贫向因沙富民强旗的新跨越。围绕沙产业，谈谈个人的一些认识和思考。

一 对沙产业的理解

“沙产业”这一理论概念是我国著名科学家钱学森在1984年提出来的。钱老在过去搞“两弹一星”实验时，常去西北地区（包括甘肃、新疆、内蒙古等地）出差，对那里的自然条件、生态环境、经济发展和人民生活的状况非常了解，并结合西北地区的特殊情况，提出了在我国西北地区要发展沙产业的观点。他指出，沙产业就是在“不毛之地”的戈壁沙漠上搞农业生产，充分利用戈壁滩上的日照和温差等有利条件，推广利用节水技术，搞知识密集型的现代化农产业。特别是“多采光、少用水、新技术、高效益”是钱老提出沙产业理论的重要思想精髓，即沙产业的指导思想。

钱老高瞻远瞩，早在二十几年前就提出建设沙产业，并发表了一些涉及沙产业研究和发展的相关理论，对今后沙产业发展具有重要的指导意义。对沙产业涵义的概念问题，我个人理解，沙产业的概念有狭义和广义之分。所谓狭义的沙产业，就是钱老在特定时期特定条件下提出的农业型沙产业。而广义的沙产业是涵盖一、二、三产业的相关内容，泛指对沙资源进行科学治理和开发利用的集生态效益、经济效益和社会效益于一体的新兴产业。广义的沙产业内容应包括沙地生态经济、沙地种养业，以吃沙用沙为主的高附加值工矿业和沙地旅游业等。总而言之，无论是狭义的沙产业，还是广义的沙产业，都是以保护生态为前提的，将保护生态环境寓于开发之中，并赋予高技术措施，对沙地资源合理开发和利用的系统工程。

就沙产业特点而言，主要体现在以下方面：一是沙资源富集。据有关资料记载，全球干旱荒漠不毛之地约占陆地面积的1/3；根据第三次全国荒漠化和沙化监测结果显示，截至2004年底，全国沙化土地面积为26.09亿亩，占国土面积的18.12%，其中内蒙古地区沙化土地总面积为6.23亿亩，占全区总土地面积的35.16%。可以说，全区乃至全国，沙资源储量相当可

观。二是科技含量高。无论是大农业型沙产业，还是工业型沙产业，都是以高科技为支撑的，相关产品科技含量较高。如依靠科技研发出以硅砂为原料的系列产品多达 4 万余种。三是经济效益高。农业型沙产业是普通农业单位效益的几倍甚至几十倍，据沙日浩来镇一农户介绍，他所经营的 1.8 亩日光温室大棚蔬菜年纯收入至少 6 万元，相当于耕作 50～60 亩旱作农田的收入。而工业型沙产业的系列产品的经济效益更是高得惊人。如旗内仁创沙产业公司生产的孚盛沙每吨售价最高达4000元。

二　充分认识发展沙产业的重要性

20 世纪 80 年代初，钱学森先生将沙产业纳入预见的第六次产业革命范畴，可见发展沙产业是多么的重要，因此需要我们在理论和实践方面对发展沙产业给予充分的重视。

(一)发展沙产业是改善生态环境的有效途径

发展沙产业就是遵循人与自然和谐发展的规律，将保护生态环境作为永恒的主题，在不破坏生态环境的前提下，将保护生态环境寓于发展沙产业之中，引导群众发展沙地生态经济。通过在沙地插黄柳、沙柳，种植锦鸡尔、柠条等，并适时平茬复壮，将灌木枝条用于搞柳编、加工饲料，还可提供生物质原料，发展沙地生态经济，让群众尝到生态经济的甜头，从而极大地调动群众参与沙地生态建设的积极性，逆向拉动沙地生态建设，促进了生态环境的逐步改善。此外，对生态脆弱地区实施禁垦禁牧、搬迁转移农户、封育等措施，加快生态的自然修复，最终实现发展与美丽双赢。

(二)发展沙产业是改进生产方式的重要举措

沙产业是知识密集型产业，高科技是维系沙产业发展的动力源。以前人们谈沙色变，望沙兴叹，主要是没有掌握开发利用沙资源技术。如今，我们研发和掌握了一些开发利用沙资源技术，这些技术应用在农业生产、工业加工等方面，就能够提高劳动生产率，就能够提高产品附加值，可以说无论是农业型沙产业，还是工业型沙产业，离开科技的支撑，也就谈不上是真正的沙产业。可见，发展沙产业就是将简单粗放式生产升级为精耕细作的集约化生产经营，就是将劳动密集型产业演变为减少劳动力，解放劳动力，增加技术份额的知识密集型产业。发展沙产业就是提高产业技术含量，淘汰落后的生产经营方式，摒弃落后产能的一次产业革命。

(三)发展沙产业是践行社会公益事业的具体表现

发展沙产业就是以实际行动投身于防沙治沙的公益事业中，通过发展沙产业带动了广大群众参与到生态建设中来，最终换来林草覆被率提高，山川生态更加秀美，环境宜居，还能陶冶人们的情操。一次次生态建设的实践，无不为广大群众特别是广大青少年朋友们上了一堂堂生动的“保护生态”、“爱我家园”的教育课，当我们置身于生态优美的环境中更能激发爱国爱区爱家的热情，这些都是发展沙产业结下的丰硕果实。此外发展沙产业，实现了农业收入的高倍增长，也让企业获得了丰厚的利润，还为国家增加了税收。所以说发展沙产业是利国利民的大好事。

(四)发展沙产业是壮大区域经济的现实选择

就奈曼旗而言,旗内储量最大的资源就是沙,这是全旗最大的优势资源,也是经济发展的突破点所在。况且奈曼旗处在环渤海经济区的辐射带,距京津地区较近,交通相对便利,这也是发展沙产业的最大优势。众所周知,发展沙产业就是培植与沙相关的一、二、三产业经济增长点,就是依托现有沙资源发展沙地种养业,因地制宜搞设施农业、发展沙地肉鸡、蛋鸡养殖;适度培植吃沙用沙的工业企业,打造以硅砂为原料的产业集群,研发新型建材产品,延伸玻璃纤维上下游产业链,促进硅砂精深加工,实现转化增值;同时依托沙地柽柳、沙漠水库、流动沙带等资源优势发展沙地旅游产业等等,让沙地生金,点沙成金,促使沙产业释放裂变效应,撑起奈曼经济的半壁江山。

三　促进沙产业发展务必在完善保障措施方面下功夫

奈曼旗作为沙资源较为富集的旗县之一,发展沙产业有资源、有基础、有区位便利、有剩余劳动力等方面的优势,在具备这样优势的基础上我们没有理由不把沙产业做大做强,没有理由不把沙产业培育成富民强旗的支柱产业。这就需要完善促进沙产业发展的相关保障措施,让沙产业成为带动全旗经济发展的新增长极。做大做强沙产业这篇文章,我想至少要完善以下几项保障措施。其一,要做到规划先行。没有规划的产业只能是盲目的随意性发展的产业,难以形成高端产业。建议旗、市、自治区,乃至国家,都应制定出台《沙产业发展规划》,以便进一步明确和规范沙产业发展方向、路径,以及发展沙产业的中长期目标等等;通过出台纲领性文件,进一步整合相关要素,为沙产业发展指明方向,最终促使沙产业协调可持续发展。其二,要给予政策扶持。对于从事沙产业发展方面的个体或企业,旗委政府应给予一定的政策扶持,明确谁围绕沙产业促使群众增收、为社会解决就业、为国家增加税收就支持谁、扶持谁、政策就向谁倾斜。并在土地使用、资金扶持、税费减免等方面给予一定的优惠政策,打造有利于沙产业发展的政策环境。通过政策扶持,鼓励和支持有识之士投身于发展沙产业中来,促使沙产业持续健康发展。其三,要加大科技投入。高科技是发展沙产业的生命力所在,这就需要从事沙产业相关的个人、企业,以及地方政府在科技人才培养、技术改革、新技术推广应用等方面给予更多的投入,增加沙产业的科技含量,提高相关产品的科技附加值。其四,要健全组织机构。沙产业发展成效如何,关键在于组织领导。具体到一个地区而言,在行政层面上,应建立以相关旗县领导为组长的沙产业领导小组,具体负责该地区沙产业发展的组织领导和协调工作;在社会层面上,应建立沙产业协会组织,具体负责该地区沙产业的业务指导,引导和规范行业发展行为,促进该产业又好又快发展。

四　发展沙产业贵在营造良好的舆论氛围

促进一个产业发展营造良好的舆论氛围很重要,其导向性作用不可低估。发展沙产业更是如此,更需要借助广播电视、报刊、信息网、橱窗等媒介载体的优势,大张旗鼓地宣传造势,共同营造全社会重视和支持发展沙产业的良好舆论氛围。首先,注重宣传在发展沙产业过程中涌现出的先进典型。总结先进个人、先进企业和先进单位的成功经验、做法,用榜样的力量示范引导对沙产业存有疑虑的干部群众,从而掀起学先进、赶先进、出先进的产业发展热潮。其

次，注重规范行业发展。教育引导群众树立珍惜沙资源的强烈意识，做到合理开发利用沙资源，并不断加强行业自律，不搞产业内无序恶性竞争，促进行业规范发展，把握市场的主动权，进一步提升市场竞争力。第三，注重推介新技术新产品。一方面，召开由有关专家、客商参加的沙产业新产品上市推介会，向客商推介新产品性能、应用领域等，增强对沙产业相关新产品的认知了解，促进经贸合作。另一方面，适时向从事沙产业发展的个人或企业推广当前国内国际相关新技术、新产品，引领产品更新换代，促使产业优化升级。

总之，在旗委政府的正确领导下，通过全旗上下的共同努力，沙产业必将在奈曼大地上彰显出强大的发展潜力，成为全旗的朝阳产业，唱响"金沙奈曼"的主旋律。

作者简介：

徐国兴，男，汉族，1952 年 7 月出生，内蒙古通辽市奈曼旗人，内蒙古党校经济管理专业毕业，大学文化。曾任奈曼旗党委常委、纪检委书记、旗委副书记，奈曼旗政协第七届委员会主席，现任奈曼旗委调研员。

在长期的工作实践中，注重调查研究和经验积累，先后在《内蒙古监察》、《党风与廉政建设》、《人民政协报》等报刊发表 50 多篇论文及调研文章。获全国纪检监察系统先进工作者称号，受到中纪委、监察部、人事部的表彰奖励。

钱学森与沙草产业大事记

郝诚之　张卫东　王守仁

一、1984年6月28日，钱学森第一篇草业科学专论《草原、草业和新技术革命》发表在《内蒙古日报》。1985年3月7日《人民日报》转载。1984年5月25日，内蒙古日报科学副刊责任编辑郝诚之写信向著名科学家钱学森约稿，说"新技术革命的浪潮席卷全国"，请老科学家"为内蒙古党报的科学园地播点科学的种子"。6月8日钱老亲笔复信："五月二十五日信收到。遵嘱写了一篇短文《草原、草业和新技术革命》，现寄上，请审阅。"6月28日，该专论《草原、草业和新技术革命》配钱学森签名，登在《内蒙古日报・科学宫》专版上。1985年3月7日《人民日报》全文转载。

二、1984年7月7日，钱学森第六次产业革命理论框架论述《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》，首先在内蒙古党委政研室决策内参《调研信息》加按语刊出。1984年6月29日，遵照内蒙古党委书记周惠和常委、秘书长田聪明指示要求，郝诚之以党委政研室和科委研究室名义致函钱老，请求钱老对内蒙古沙、草资源的科学开发、合理利用问题"展开谈"。钱老高度重视，复信并赐一万多字的打印稿《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》，并"请内蒙古感兴趣的同志审阅并提意见，以便在(另一刊物)正式刊登时修改"。这是钱老关于第六次产业革命思想的原创性框架理论。第一次系统地提出最大限度利用、转化太阳能的设想，强调转变思维、科学经营、合理利用农、林、草、海沙诸项资源。1984年7月7日，《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》在内蒙古党委政研室决策内参《调研信息》1984年7月第24期上加按语刊出。开我国省部级内刊第一次登载大科学家原创性理论成果之先河，为内蒙古党委在全国最早提出"草畜双承包"改革措施提供了科学依据。

三、1984年9月14日，人民日报内参《情况汇编》第519期登载王国士、崔国柱学习钱学森专论的建言文章《把"草"立为一"业"非常必要》。内蒙古自治区政府办公厅调研室两位专家的文章，从四个方面论述了"在人类对草的认识史上，把草立为一业，是一大进步"，对保护生态系统、优化农业结构、发展国民经济均有深远意义，应采取"四专"措施加以支持，包括设立专门机构、组建专门研究机构、实行专项拨款和制定专门法规。中央领导胡耀邦有肯定性批示。按内蒙古党委常委、秘书长田聪明指示，同年12月，在"自治区种草种树综合学术讨论会议"上，钱学森的《创建农业型的知识密集产业——农业、林业、草业、海业和沙业》一文，作为"学习文件"印发与会专家。

四、1987年1月5日，钱学森复信王明昶认为内蒙古草产业从"奶、肉、毛、绒四类做起很

好”。1987年1月5日，钱老在给内蒙古农业委员会专家、中国农业科学院草原研究所资深研究员王明昶的信中提出，希望“在新的一年里内蒙古草产业能有一个点(指试点)初具规模”，认为内蒙古“先从奶、肉、毛、绒四个类型做起很好”。内蒙古以党委政策研究室战略组为代表，认真总结、大力宣传了鄂尔多斯羊绒集团的“资源转换、名牌带动、产业联动、后来居上”的经验。并与上海一些专家就“梯度发展”观点的局限性开展商榷，引起全国重视。内蒙古党委政研室战略组组长郭凡生的“反梯度推移”观点，在常州召开的“新技术革命与中国发展”理论研讨会上引起轰动。《内蒙古日报》、《科学管理研究》、《世界经济导报》等相继登载反梯度推移文章。

五、钱学森为草产业蒙古族创新人才旭日干当选中国科协副主席高兴。内蒙古党委组织部人才科学研究所副所长郝诚之，采访报道了草业科学领域蒙古族中年留日博士旭日干的成才事迹。从《内蒙古日报》、《人民日报》到《世界科学》，推出了“试管羔羊之父旭日干”。郝诚之的人物特写《七百三十个日日夜夜——记蒙古族知识分子旭日干在日本筑波城为国争光的事迹》，获全国科技新闻一等奖。钱老任中国科协主席后，认为旭日干增选为全国科协副主席是件好事。

六、1985年4月，西部学派在天津“全国中青年经济八进制改革理论会”上脱颖而出。1985年，兰州举行有11个省区参加的“西部地区经济发展讨论会”。内蒙古专家赴会，就西部概念、西部问题和西部作用交换意见。同年4月，在天津召开的“全国中青年经济体制改革理论会”上，由内蒙古党委副书记田聪明带队的内蒙古学者，同广西、青海、陕西等省(区)代表组成的区域经济组，成功地与东部理论学派进行了对话，被会议冠之以“代表西部理论的西部学派”脱颖而出。专家们评价，“西部学派”概念的提出，是对我国国情认识的深化。内蒙古的年轻战略家郭凡生、曹征海、潘照东的专著《摆脱贫困的思考》，被学界誉为“西部学派研究成果”。由技术经济导报社内部出版。

七、1986年11月28日和1987年1月5日，钱学森先后致信任继周、王明昶，赞扬时任内蒙古党委书记张曙光的讲话《念草木经，兴畜牧业》总结了“中国草业千年的历史旧账”，“非常深刻”。内蒙古科协学会部在《领导与科学家对话》第22期上登载自治区党委书记张曙光讲话《念草木经，兴畜牧业》后，时任中国科协主席的钱学森看到了。1986年11月28日，钱老把内蒙古自治区党委书记张曙光的讲话《念草木经，兴畜牧业》寄给甘肃草原生态研究所所长任继周，赞许地说：“我很欣赏他讲几百年历史，中国草业有千年的历史旧账要总结！不然认识提不高。”1987年1月5日他致信中国农科院草原研究所资深专家王明昶说：“张书记的‘念草木经，兴畜牧业’讲话，理论联系实际，非常深刻。我看到全文，很受教育和鼓舞。”

八、1987年7月27日，内蒙古人才学者周玉纯、郝诚之合作的《实用人才学》受到钱学森肯定。按田聪明同志批示，内蒙古人民出版社出版《领导与科学丛书》。23万字的《实用人才学》，由内蒙古劳动人事厅周玉纯与党委组织部人才所郝诚之合编，系探讨、分析、研究西部人才问题的讲稿汇集。1987年7月27日钱老给郝诚之的复信称：“我想要讲人才学的实用，不是空谈，就必须联系到政治体制改革，没有政治体制的改革，经济体制改革就搞不下去。事实不就是这样？我的文章(指《社会主义的人才系统》)已五岁了呀。还要等党的十三大之后，才会使《实用人才学》发挥作用。您意如何？”

九、1991年3月11日，钱学森在北京香山沙产业讨论会上作学术报告。主办单位中国科协、中国林学会。系我国第一次沙产业学术研讨会。钱老阐述了沙产业理论提出的过程，沙产业概念的内涵以及发展前景。会后，汇集专家、学者的发言内容，由中国科学技术出版社出版

了《沙产业专辑》。

十、1994年9月21日，钱学森致函“建立沙产业理论十周年纪念会”，指出“中国防沙治沙是在全世界领先的”，要“把沙产业推进到改造沙漠、戈壁的新天地”。

十一、1995年11月30日，甘肃省人民政府在河西走廊召开沙产业开发工作会议。宋平讲话：“甘肃要脱贫，发展沙产业是条好路子。”1994年，中国科协、林业部和甘肃省人民政府选择在武威、张掖建立沙产业试点和示范基地。1995年11月30日，甘肃召开沙产业开发工作会议。时任中共中央政治局常委的宋平讲话指出：“甘肃要脱贫，要缩小东西部的差距，发展农业型沙产业是一条好路子。因为这里发展沙产业的条件比较好，所以我们要坚决走这条路子。”

十二、2000年，钱学森在《国土经济》第4期上发表署名文章《西部开发要以农业发展为基础》。文章第一次提出按西部的特殊规律科学开发西部特殊资源，要对沙产业、草产业“加大宣传力度”，要明确“高起点开发西部”的战略思想，“将治理蕴含于开发之中”，推广“多采光、少用水、新技术、高效益”的技术路线，“把祖国的西部建设成繁荣昌盛的家园”。

十三、2001年5月21日，钱学森复信赵永亮、郝诚之，不同意舆论围剿绒山羊，鼓励鄂尔多斯东达蒙古王集团创“中国西部沙区21世纪的大农业”。围绕全国范围对内蒙古绒山羊的五次“舆论围剿”，钱老高度重视内蒙古沙区羊绒加工企业东达蒙古王集团的生态、环保、扶贫三合一的沙柳产业化项目。钱老在给内蒙古政协常委、企业家赵永亮和学者郝诚之的信中说：“我认为东达蒙古王集团正在从事中国西部沙区21世纪的大农业”，不但做到了“林草沙三业结合”，搞起了“农工贸一体化的产业链”，而且要达到“沙漠增绿、农牧民增收、企业增效的良性循环”。

十四、2001年8月31日，郝诚之研究钱老西部开发思想的成果得到内蒙古党委书记储波的认可。内蒙古政协经济委员会专职副主任郝诚之研究成果《钱学森与西部开发》在《实践》杂志登载后，2001年8月31日内蒙古党委书记储波批示：“看后很受启发与教益，办任何事都要尊重客观的自然规律和经济规律。要重视应用系统工程的观念来指导生产建设与产业发展。”同年12月11日，该文在《人民政协报》以纪念钱老诞辰90周年“特稿”加按语刊发。2003年，此文被选入钱学森办公室编、上海交通大学出版社出版的《九十华诞钱学森》一书。

十五、《宏观经济研究》2001年第9期登载范小克、韩建国、苏大学三专家研究成果《草业应作为优先发展的产业》。该刊物为国家发展计划委员会宏观经济研究院主办。

十六、2002年4月30日，《人民日报》头版报送内蒙古鄂尔多斯恩格贝生态试验区领头人王明海事迹；配发的“评论”称：王明海“要走出一条以沙产业发展来带动活沙的路子来”。标题为《淡泊名利写绿洲——记再造秀美山川的模范实践者王明海》，三从小到大资深记者为新华社王增海、殷耀，《人民日报》吴坤胜。全文以“恩格贝境界”概括了王明海团队的精神实质，突出了王明海不同凡响的选择：“争做产界巨贾与甘肃治沙农民”、“产业开发沙漠与‘愚公’种树治沙”他选择了后者；“再造秀美山川和造福子孙后代”，他选了两者。配发的短评《位卑未敢忘忧国》强调：“王明海的事迹说明，只要我们目标明确，舍得付出，有新的开发思路，加上科学态度，就会使沙产业不断壮大，逐步产生经济效益，进而实现以沙产业促治沙造林的目标。”

十七、2002年12月，钱老破格担任内蒙古沙草产业协会名誉顾问，指出内蒙古的优势产业就是沙产业、草产业。遵照内蒙古党委储波书记批示精神，党委副书记杨利民和政协副主席夏日，责成内蒙古党委政策研究室和政协经济委员会筹备，注册成立内蒙古沙产业、草产业协

会。2002年12月22日钱学森破格破例应邀担任协会名誉顾问，并派学术助手涂元季将军赴成立大会，宣读钱老亲笔签名的贺信："喜闻内蒙古自治区沙产业草产业协会成立，我认为，这是内蒙古自治区贯彻落实十六大精神，全面建设小康社会的一项重大举措。对此，我谨表示热烈祝贺！江泽民同志在十六大报告中讲到西部大开发问题时提出：'积极发展有特色的优势产业。'内蒙古的优势产业是什么？我认为是就是沙产业和草产业，这是内蒙古新的经济增长点。只要内蒙古的同志紧紧抓住了这两大产业，真正建设成知识密集型的沙产业和草产业，内蒙古的社会主义现代化建设就会迈上一个新的台阶，内蒙古的生态环境也会得到改善。"

十八、2003年1月14日，新华通讯社社长田聪明要求"连续报道"沙草产业。4月18日，钱老致函田聪明，赞"新华社是在抓21世纪中国西部开发的一件大事"。田聪明在钱老给内蒙古沙产业、草产业协会的贺信上批示："此事可以报，且连续报。"新华社国内部与相关分社组成8个小分队，共16名记者参加，深入西部五省区和内蒙古自治区。走访了大量牧区沙区生活的农牧民，几十家从事沙草产业的龙头企业和经济组织，近百名活跃在生态建设前沿的专家学者，还采访了农业部相关司处和国家林业局、三北林业局等权威部门。在专题调研掌握大量第一手情况的基础上，第一次从国家层面审示和总结了我国沙产业草产业的发展状况、主要经验和存在问题。近30篇有关沙草产业的专题报告在高层内参上登载后，国家领导人温家宝、回良玉、曾培炎等都有明确批示，要求重视。2003年4月18日，钱老专门致函田聪明社长，称："内参上关于草产业、沙产业的一系列报道文章我都看了。我认为新华社是在抓21世纪中国西部开发的一件大事。记者们做了大量采访，文章写得也好，我都同意。"

十九、2004年6月，宋平视察内蒙古鄂尔多斯沙区，提议把恩格贝生态试验区建成"中国沙产业示范基地"。《钱学森关注发展沙产业草产业》成《西部开发报》2005年10月9日纪念钱老归国50周年专版。引人注目图片新闻有"宋平视察鄂尔多斯沙产业"，称：中共中央政治局原常委宋平视察内蒙古鄂尔多斯沙产业发展情况后，认为内蒙古生态变化大，成果不容易，要把恩格贝搞成面向世界的"中国沙产业示范基地"。内蒙古、甘肃应以深化沙草产业理论和实践为新目标，把钱老开创的沙草产业事业"继续下去"、"形成核心"、"形成学派"、"干到底"。

二十、2004年5月14日，《光明日报·经济周刊》发表郑北鹰记者的综述《阻击沙漠化，发展沙产业》。此文共四部分：1. 防治沙漠化需要新思维；2. 沙产业是改善生态的积极对策；3. 沙产业"钱"途无量；4. 政府支持沙产业。文章指出："钱学森先生曾提出沙产业是第六次产业革命，并预言沙产业能提供上千亿元的主值。我国沙化土地分布在30个省(区、市)，开发潜力不可限量"；"目前，以企业，尤其是民营企业踊跃进入生态产业的标志，全国各地出现了令人振奋的沙产业发展势头，在甘肃武威市、酒泉市，内蒙古自治区的赤峰市，巴彦淖尔盟、阿拉善盟、宁夏平原和陕西榆林等地都形成了一批沙产业开发和建设基地。沙产业已成了沙区人民群众脱贫致富的突破口"。

二十一、2004年8月，中国林业出版社出版专著《中国沙产业》，68万字，作者朱俊凤，作序周生贤。2004年8月，沙产业理论研究者、中国治沙暨沙业学会秘书长朱俊凤主编的《中国沙产业》由中国林业出版社出版，68万字；国家林业局局长，中国治沙暨沙业学会名誉理事长周生贤作序称"防治荒漠化、发展沙产业、是一项伟大的事业，是实施西部大开发战略、振兴东北老工业基地的重要内容。温家宝总理在一份沙产业发展报告上批示：'办好这件事不仅有经济意义，而且有社会和生态意义。'钱学森院士1984年提出了著名的沙产业理论。广大治沙工作者不断探索和实践涌现出一大批先进事迹和典型。实践证明沙产业是一项前景广阔的事业。"

二十二、2004 年 8 月，内蒙古在鄂尔多斯举行钱学森沙草产业理论发表 20 周年纪念活动。由内蒙古自治区林业厅、内蒙古沙产业草产业协会和鄂尔多斯市人民政府共同主办，在鄂尔多斯市举办“钱学森发表沙产业草产业理论 20 周年纪念活动”。内蒙古党委副书记杨利民代表党委、政府作主旨报告。鄂尔多斯市市长杜梓介绍鄂尔多斯沙产业发展情况。涂元季将军，二十基地上官世盘将军，林业部老领导高德占部长、蔡延松副部长，上海交通大学副校长沈为平教授等区内外 100 多名专家、学者、企业家代表出席，并深入库布其沙漠对鄂尔多斯沙产业龙头企业伊泰集团，亿利资源集团、东达蒙古王集团的沙产业基地进行实地考察，共同总结经验、研讨理论。一致认为，钱老沙草产业理论指导了西部大开发的科学进行，有利于民族地区的生态建设和脱贫致富。中央电视台以《绿色不是句号》为题做了专题报道。北京专家评价：“中国沙产业，甘肃省早，内蒙古好。”

二十三、新华社报道内蒙古，“荒漠化逼出沙产业”。2003 年 2 月 10 日，《人民日报·市场版》和《瞭望新闻周刊》登载新华通讯社记者丁铭、王欲鸣文章《内蒙古——荒漠化逼出沙产业》。

二十四、香港《大公报》聚焦鄂尔多斯沙产业。2004 年 8 月 19 日，香港《大公报》、《大公网》的《中国西部专刊》登载四篇文章：一、内蒙古党委副书记杨利民署名文章《科学的发展观指导内蒙古沙产业发展》；二、记者王志民的述评《沙产业为鄂尔多斯生态产业添彩——钱学森的沙产业理论在鄂尔多斯的具体实践》；三、《夏日：把沙产业、草产业纳入西部大开发战略》；四、《沙产业、草产业将成为内蒙古的新亮点——访内蒙古沙产业草产业协会常务副会长兼秘书长郝诚之》。《专刊》的“编者按”称：“沙产业、草产业理论是著名科学家钱学森 1984 年提出的第六次产业革命理论，沙产业、草产业又日益受到各地的重视。内蒙古西部地区沙产业、草产业蓬勃发展，尤其是鄂尔多斯市民营企业踊跃投资生态产业，实现了‘沙漠增绿、资源增值、农民增收、企业增效’的良好循环。本报刊出内蒙古科学发展沙产业、草产业的专题报道，以飨读者。”

二十五、“大力发展林、沙、草产业”写进内蒙古“十一五”规划。内蒙古自治区在全国率先把“大力发展林、沙、草产业”写进“十一五”规划、《政府工作报告》、《党代会工作报告》。

二十六、2004 年全国沙产业杰出贡献奖，内蒙古 10 人榜上有名。2004 年 12 月 14 日，由钱老审定，中国沙产业基金管委会表彰全国对沙产业有杰出贡献的个人，内蒙古自治区的杨利民、夏日、郝诚之、云峰、徐万山、赵永亮、张双旺、王文彪、郑明理、王明海等 10 人榜上有名。12 月 15 日，钱老在家中亲切接见全国政协常委、民宗委副主任、内蒙古沙草产业协会会长夏日等人，听取内蒙古沙草产业协会工作汇报，当面嘱托要把沙草产业的经验“推向全中国、推向全世界”去。

二十七、2005 年 2 月 20 日，全国政协委员王占、夏日、陈瑞清、许柏年，联名会议递交提案：《把发展知识密集型沙产业、草产业写进国家“十一五”规划》。

二十八、2005 年 5 月 16 日，中国科学院院士程国栋在呼和浩特作专辑报告时说：“沙产业要向内蒙古学习”。中科院兰州分院院长、中国西部资源环境科学研究中心首席科学家程国栋应内蒙古常委副书记杨利民邀请，来内蒙古首府作《西部大开发中水资源与生态环境建设》的专题报告，500 多科技人员听讲。回答听众的提问时说：“沙产业的发展内蒙古最好，我们要向内蒙古学习。”

二十九、2006 年 3 月 17 日，内蒙古注册开通“中国沙产业草产业网”。内蒙古沙草产业协

会成功注册“中国沙产业、草产业网”。按田聪明社长指示，此网站由新华网提供技术支持。12月2日由内蒙古党委宣传部、新华社和内蒙古沙产业草产业协会在呼和浩特市隆重举行开通仪式。钱永刚教授代表钱办，任亚平副主席代表自治区人民政府，夏日代表内蒙古沙产业草产业协会，共同点击开通。

三十、内蒙古开展“钱学森与内蒙古沙草产业”宣传系列活动。2007年6月7日，内蒙古自治区人民政府，以内政办字〔2007〕130号文下发《关于配合开展“钱学森与内蒙古沙产业草产业”宣传系列活动的通知》。8月21日至26日，由内蒙古自治区人民政府办公厅牵头，与呼和浩特市人民政府、中国生态道德促进会、中国民主同盟北方生态园领导小组，求是《小康》杂志社和内蒙古沙草产业协会共同在内蒙古博物馆举办《钱学森与内蒙古沙产业、草产业图片展》。自治区副主席雷·额尔德尼作开幕式讲话，自治区政协主席陈光林、钱学森之子钱永刚，全国政协民族和宗教委员会副主任夏日等参与剪彩。按自治区副主席任亚平批示，为参加“2007中国首届生态小康论坛”的500位中外专家、政府官员和环保人士、企业家增开了夜场。1300人观展，盛况空前。有国际知名度的沙草产业专家、中国科协原副主席刘恕留言：“在宣传钱老的科学思想和科学精神方面，内蒙古的同志带了个好头。”韩国领使馆驻华代表留言：“一切为了可持续发展。”

三十一、2007年8月9日，中国科学院路甬祥院长批示要求帮助鄂尔多斯恩格贝沙漠绿洲示范区发展。路甬祥到内蒙古考察，批示要求中科院植物所、电工所在鄂尔多斯市恩格贝沙产业示范区抓好两件事：一、帮助当地搞好沙漠生态产业和风能、太阳能的示范项目，使之成为沙漠中生态产业和循环经济的典范。二、建立中科院“青年科学家和研究生的国情与民族精神的教育点”。

三十二、2008年1月19日，胡锦涛对钱学森说“您的沙产业设想正在鄂尔多斯变为现实”。中共中央总书记、国家主席胡锦涛看望钱学森时说：“您的科学建树很多，我举两个例子，一个是系统工程理论，一个是沙产业设想。前不久，我到内蒙古自治区鄂尔多斯市考察，看到那里沙产业发展得很好。沙生植物的加工搞起来了，生态正在得到恢复，沙区人民的生活有了明显提高。钱老，您的设想已在鄂尔多斯变成现实。”

三十三、宣传我国沙草产业的第一批专题电视纪录片和第一套《沙产业、草产业、林产业理论实践丛书》在内蒙古问世。内蒙古沙草产业协会与中央电视台合作，先后拍摄了《绿漫黄沙》(上、下)、《绿色不是句号》。内蒙古沙产业草产业协会和内蒙古防沙治沙协会、新华社内蒙古分社合作，编辑了国内第一套《林产业、沙产业、草产业理论实践丛书》，分别为《理论研究》、《新闻扫描》和《社会实践》，由内蒙古人民出版社正式出版，主编夏日。

三十四、2008年3月23日，《科技日报》整版发表郝诚之、刘艾君的文章《钱学森与内蒙古沙产业》。文中引用了内蒙古自治区常务副主席任亚平的一段话：“内蒙古是钱学森沙草产业理论的孕育构思之地，试验示范之地。”2009年11月9日，《科技日报》发表记者冷德熙综合报道《草原人民心中的钱学森：大漠草原有您两座丰碑》，认为一座是东风航天城，一座是沙产业草产业理论。

三十五、内蒙古自治区代主席巴特尔在2008世界草地与草原大会上宣布：“欢迎世界草业界的朋友们来内蒙古开展沙产业草产业方面的研究”。他在大会开幕式的致辞中说：“我们欢迎世界草业界的朋友们来内蒙古开展沙产业和草产业方面的研究，加强经济技术方面的合作，共同把这一造福人类的朝阳产业推向前进。”他回忆指出：“24年前，我国著名科学家钱学森提

出发展沙产业、草产业系统论，并预言'农、林、草、海、沙'五大产业将在21世纪掀起第六次产业革命。内蒙古有沙漠、沙地面积0.75亿公顷，我国八大沙漠的一半和四大沙地全部在内蒙古，充分利用沙区日照长、光热资源充足、昼夜温差大等有利条件，推广使用节水技术，发展知识密集型的现代化农业产业，可以为人类提供新的生存和发展空间。”他强调：“发展沙产业和草产业在内蒙古是一项具有战略意义的产业，是造福人民、促进可持续发展的大事。这方面，我区鄂尔多斯已有许多成功的实践。”

三十六、2008年5月26日，内蒙古召开“学习胡锦涛沙产业谈话专家座谈会”。内蒙古林业厅与内蒙古沙草产业协会在呼和浩特举行“认真学习落实胡总书记谈话精神，科学发展内蒙古沙产业专家座谈会”。内蒙古党委书记、人大常委会主任储波接见钱学森之子钱永刚教授和北京、上海、兰州专家代表，党委副书记、自治区代主席巴特尔代表党委政府讲话。《内蒙古日报》以蒙汉文各一整版配发照片登载专家观点。

三十七、2009年8月8～10日，中国（内蒙古）第二届沙产业博览会在呼和浩特市举办。主要内容有成果展示、图片展览、经验交流、学术探讨、试验示范、基地考察、经贸洽谈。博览会亮点之一“中国沙产业与可持续发展论坛”因专家云集，企业家踊跃，而深受好评。主办单位为中国防沙治沙与沙业协会，内蒙古自治区人民政府，内蒙古林业厅，内蒙古沙产业草产业协会等。国家林业部老领导蔡延松致开幕辞，国家林业局副局长、党组副书记李育材作主旨报告。内蒙古、甘肃、新疆、山西、北京、广西、辽宁等地的理论、实践成果引起重视。

三十八、2009年，我国首个沙产业博士陶明和导师黄高宝在《中国沙漠》上连续发表3篇沙产业论文引重视。中国科学院学术期刊《中国沙漠》2009年第30卷第2期、第3期，连载我国第一个沙产业博士陶明及其导师黄高宝的沙产业学术论文《河西走廊沙产业效益评价初探》、《沙产业理论体系构建初探》。《科技导报》2009年第8期也登载了他们的论文《沙产业理论学科基础和前导》，引起学界重视。

三十九、2009年9月9日，《人民日报·海外版》发表记者熊建《权威访谈：在沙漠中发展低碳产业》。出席2009库布其国际沙漠论坛的我国官员、专家、企业家代表刘拓、郝诚之、王文彪，接受采访高度评价钱学森的沙产业理论，呼吁“应该用知识密集型的沙产业理论，最大限度把阳光留住，发展低碳经济，寓防治于开发之中”；内蒙古亿利资源集团在库布其沙漠探索出了产业化治沙的新思路，实现了由沙造福向人逼沙退、由贫瘠荒漠向绿色产业的转变，“在全球防治荒漠化中走到了前列”。

四十、2009年11月4日，《光明日报》登载记者高平报道《钱学森，也是中国的沙产业之父》。钱老以98岁高龄仙逝，内蒙古沙产业草产业协会组织赴京吊唁团，并接受记者采访。2009年11月4日，《光明日报》发表《钱学森，也是中国的沙产业之父》的报道。此前，夏日会长、郝诚之秘书长曾联名向中共中央政治局常委、全国政协主席、钱学森同志治丧委员会主任贾庆林致函，建议把钱老晚年首创沙草产业的理论贡献写入悼词，被采纳。八宝山钱学森遗体告别会上印发、后《人民日报》11月6日登载的《钱学森同志生平》，将此表述为“晚年倡导发展沙草产业，帮助农民依靠科学技术脱贫致富”。

四十一、2009年12月31日，内蒙古大学举行“中国沙草产业研究中心”揭牌仪式。内蒙古自治区副主席兼内蒙古大学校长连辑发表讲话，国家农业部老部长洪绂曾、钱学森之子钱永刚、内蒙古沙产业草产业协会会长夏日到会祝贺，参与剪彩。

四十二、西安交通大学出版社出版《钱学森论沙产业、草产业、林产业》。内蒙古沙产业草

产业协会与西安交大先进技术研究院合作，编写国内《学习钱学森第六次产业革命思想探微丛书》，一套五本。第一本40万字的《钱学森论沙产业、草产业、林产业》2009年12月出版，中国工程院资深院士任继周先生阅后宣称："这是钱学森的声音，这是战略科学家钱学森对我们的呼唤！"

四十三、2010年12月下旬，中央电视台播出我国首部集中反映沙产业理论实践成果的五集电视政论系列片《沙变》。内蒙古党委宣传部、内蒙古沙产业草产业协会等历时2年，深入内蒙古、甘肃沙区一线，走访群众，考察企业，拜望专家，了解成果，跟踪变化，拍摄完成了《沙变》，经中共中央办公厅审查通过，2010年12月6～10日在央视十套《百科探秘》栏目作为重点节目播出。

四十四、2010年12月3日，《内蒙古日报》整版发表专家纪念文章《钱学森院士与中国沙草产业》。12月4日，《人民政协报·生态周刊》头版配图转发，标题为：《钱学森：在沙漠上挖出千亿产值》。"导读语"称："一位刚刚离我们远去一年的老人，足迹遍及中国广大戈壁沙漠，在那里他与广大科技人员一起，创造出中国数个辉煌的成就。这位被誉为'中国航天之父'、中国航天事业奠基人的老人，却一直关注着一个产业的发展。如今，他的理论正慢慢地影响着一个地区、一个产业、一片环境和千万人民……"

四十五、2010年12月15日，甘肃省委书记陆浩指出："钱学森沙产业设想已在甘肃变成现实，要进一步做大做强沙产业。"甘肃省委书记、省人大常委会主任陆浩会见钱学森之子钱永刚教授时说："钱老生前十分关注甘肃的发展和西部生态问题。1984年他第一次明确提出了沙产业理论。多年来，甘肃以钱老沙产业理论为指导，按照'多采光、少用水、新技术、高效益'的要求，充分利用丰富的荒滩沙漠和特殊的光热资源，大力发展节水农业、设施农业，积极探索发展沙产业，取得了非常显著的成效。"陆浩介绍了兰州大学、甘肃农业大学、河西学院开展沙产业科学研究的情况。他希望钱永刚教授"通过考察，帮助甘肃进一步将沙产业做大做强。"

四十六、2010年12月，国家林业局以林沙发〔2010〕278号文件，下发《关于进一步加快发展沙产业的意见》。指出加快沙产业发展的重要意义是：巩固治理成果、保护和改善沙区生态的必然要求，沙区转变经济发展方式的必然要求，促进农牧民就业增收的必然要求。文件确定了沙产业发展的总体布局和重点领域，提出了加大政策支持力度和强化保障措施的意见。这是国家职能部门颁发的第一个加快沙产业发展的政策性文件。

四十七、2010年12月31日，内蒙古自治区以〔2010〕123号文件下发《关于加快沙产业发展的若干意见》。文件从政协提出建议，组织联合调查，负责征求意见，历时2年。根据内蒙古党委副书记、自治区主席巴特尔两次批示，由党委政研室、政府调研室、政协办公厅、内蒙古沙产业草产业协会和防沙治沙协会专家共同完成。专家们评论："在政策推动民族地区沙产业发展方面，内蒙古走在了前列。"

四十八、2011年6月2日，《人民政协报·春秋周刊》发表田聪明纪念钱学森诞辰一百周年的文章《深切缅怀我国"沙草产业之父"》。

四十九、2011年6月26日，国务院下文"鼓励发展沙产业"。国务院国发〔2011〕第21号文件《关于进一步促进内蒙古经济社会又好又快发展的若干意见》提出："启动重点地区防沙治沙专项治理工程和沙化工程封禁保护区建设，推广实用技术和模式"，"鼓励发展沙产业"。

五十、2011年7月上旬，贾庆林致信"2011库布其国际沙漠论坛"希望"探索沙产业发展新模式"。"2011库布其国际沙漠论坛"在内蒙古鄂尔多斯市举行。中共中央政治局常委、全国

政协主席贾庆林贺信要求“积极探索沙产业发展新模式”。中共中央政治局委员、国务委员刘延东代表中国政府在开幕式上讲话，指出“加强沙产业的国际合作”。

五十一、2011 年 8 月 6 日，恩格贝论坛爆出重大新闻，钱学森重托“把沙草产业推向全世界”。全国政协十届常委、内蒙古沙产业草产业协会会长夏日，在“纪念钱学森诞辰百年暨胡锦涛总书记发表沙产业重要谈话三周年理论研讨会”上，第一次披露钱学森 2005 年 12 月 25 日上午，在接见、听取内蒙古沙产业汇报时的一大重托：“要把沙产业草产业推向全世界。”

五十二、《西部大开发》2011 年第 6 期登载，田聪明回忆文章《深切缅怀我国“沙草产业之父”——写在钱学森诞辰百年之际》，钱老成为该期封面人物。

五十三、《内蒙古林业》2011 年第 9 期卷首，推出钱永刚教授书面讲话《钱学森的三个“怎么办”与沙产业理论》。钱学森之子钱永刚教授新论《钱学森的三个“怎么办”与沙产业理论》，第一次公开了钱学森提出沙产业理论的本意是解决中国“百年之困”的“三个怎么办”，即“要应对常规能源用完怎么办，18 亿亩耕地红线突破怎么办，中国人口发展到 30 亿，要丰衣足食怎么办”。钱老 1994 年曾说：“我在十年前提出沙产业的设想，只是考虑到我国有 153 万平方公里沙漠、戈壁和沙漠化土地，而且沙漠、戈壁不是没有生物，我们应该让生物利用太阳光能为人类创造财富。”钱老这一原创性的理论，要求我们不要像西方罗马俱乐部那样“只唱悲歌”，要“利用阳光，通过生物，依靠科技，对接市场，创造财富”，把西部当成“第六次产业革命的主战场”，把沙区变为“新食品原料的开拓地”，变“不毛之地”为沃土，为人类谋福祉。

五十四、2011 年 8 月 6 日，曹征海常委代表内蒙古党委、政府讲话，强调发展沙草产业，构筑北方屏障。在纪念钱学森诞辰百年暨胡锦涛总书记发表沙产业重要谈话三周年理论研讨会上，曹征海讲话强调，自治区党委、政府运用钱老理论，坚持寓沙产业开发于生态治理之中。把生态环境治理作为最大的基础建设来抓，涌现了鄂尔多斯这样的典型，取得了有目共睹的成就。沙草产业协会成立九年来，为推动自治区沙草产业发展做出了富有成效的工作。

五十五、2011 年 8 月 30 日，贾庆林深入内蒙古库布其沙漠腹地考察，四次强调“大力发展沙产业”，陪同的内蒙古党委书记胡春华表示一定“加快发展沙产业”。

五十六、郝诚之到中国科技大学作沙草产业专题演讲受欢迎。2011 年 10 月 18 日，应中国科技大学邀请，中国沙草产业研究中心副主任、内蒙古沙草产业协会副会长兼秘书长郝诚之到中国科技大学作题为《钱学森院士与中国沙草产业》的演讲。主持学术报告会的中国科技大学党委书记鹿明先生总结时说：“我校纪念钱学森院士诞辰百年的七场学术报告，这一场内容最新、掌声最多。”

［Ｇｅｎｅｒａｌ　Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝学习钱学森第六次产业革命思想论文集
作者＝内蒙古沙产业，草产业协会，西安交通大学先进技术研究院编；夏日主编
页数＝３３７
ＳＳ号＝１３２１６９７４
出版日期＝２０１１．１２

前言
目录